
NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06275294 8









ANNALEN

DER

PHYSIK UND CHEMIE.

BAND XXII.



ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.



HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

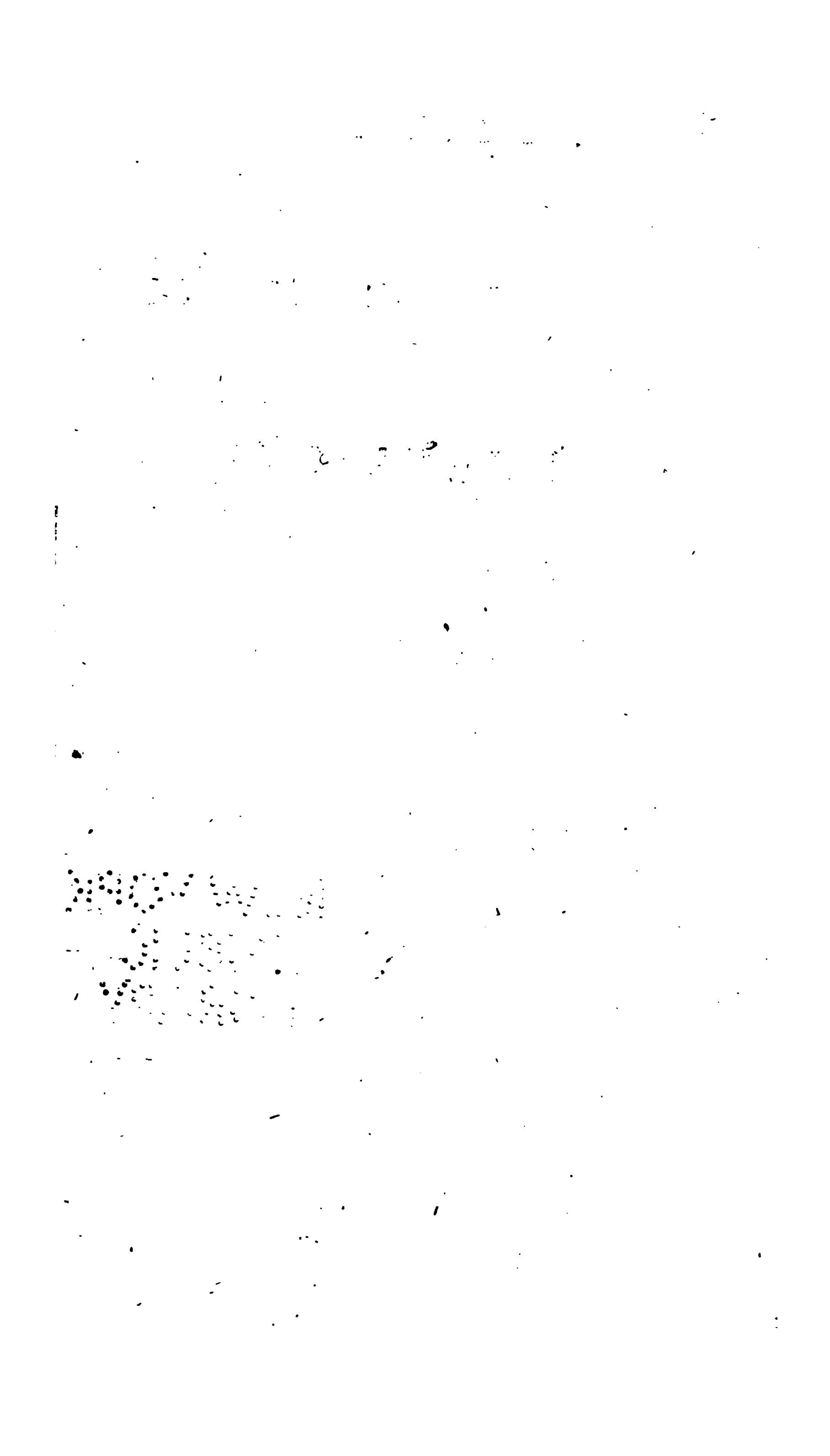
J. C. POGGENDORFF.

ZWEIUNDZWANZIGSTER BAND.

DER GANZEN FOLGE ACHTUNDNEUNZIGSTER.

NEBST SECHS KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1831.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.



Inhalt

des Bandes XXII der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

Zweites Stück.

Seite

Drittes Stück.

Viertes Stück.

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1831, FÜNFTES STÜCK.

I. *Ueber das Vanadin und seine Eigenschaften;*
von J. Berzelius,

(Aus den Abhandlungen der schwed. Acad. d. Wissenschaften 1831.)

Dieses Metall, kürzlich entdeckt vom Professor Sefström, bei Untersuchung eines Stabeisens, welches aus Eisenerz vom Taberg in Småland gewonnen wird, ist, seit der Bekanntmachung der Abhandlung des Entdeckers im vorhergehenden Jahrgang der Schriften der Königl. schwed. Academie *), auch in einem Mineral von Zimapan in Mexico gefunden worden, welches man bisher für chromsaures Blei hielt. Dieses Mineral war 1801 von Del Rio untersucht worden, und dieser glaubte darin ein neues Metall entdeckt zu haben, von ihm *Erythronium* genannt; dasselbe Mineral wurde aber nachher von Collet-Descotils analysirt, welcher erklärte, dafs das angeblich neue Metall nichts weiter als Chrom sey **). Del Rio hielt sich, durch eine höhere wissenschaftliche Autorität verleitet, von seinem Irrthum überzeugt, und

*) Eine Uebersetzung dieser Abhandlung bereits im vorhergehenden Bande dieser Annalen, S. 43., mitgetheilt. P.

**) Gehlen's Neues allgem. Journal für Chemie, II. S. 695., V. S. 123.

das Metall blieb unentdeckt, bis es nun Sefström glückte, dasselbe auf eine eben so unerwartete als merkwürdige Weise aufzufinden *). Die Entdeckung, dafs das Mineral von Zimapan Vanadinsäure und nicht Chromsäure enthält, wurde vom Prof. Wöhler in Berlin gemacht.

Es bleibt nun noch übrig zu bestimmen, in welcher Form und Menge das Vanadin in dem Taberger Eisenerz vorkommt.

In seiner Abhandlung **) hat Sefström ausführlich beschrieben, wie die Vanadinsäure aus der Frischschlacke, die bei dem Frischen des Taberger Roheisens abfällt, zu erhalten sey, und welche Vorsichten man zu beachten habe, um die Säure frei von der hartnäckig anhängenden Thonerde, Zirkonerde und Phosphorsäure zu bekommen, dafs ich in dieser Beziehung auf seine Abhandlung verweise. Allein noch hartnäckiger als alle jene Stoffe wird von der Vanadinsäure in bedeutender Menge die Kieselsäure zurückgehalten, die, in Verbindung mit ihr, in Säuren und Alkalien löslich ist, und wenn sie einmal durch Einwirkung der letzteren abgeschieden wird, sich beim Auswaschen in demselben Zustand von Löslichkeit befindet, wie die aus Fluorkiesel durch Wasser ausgefällte Kieselsäure.

Es giebt keine andere Methode, die Kieselsäure vollständig abzuscheiden, als die, dafs man die Vanadinsäure in concentrirter Schwefelsäure auflöst, zu dieser Lösung Fluorwasserstoffsäure setzt, diese alsdann mit der Kiesel-

*) In einer Uebersetzung meiner Abhandlung über die Veränderungen, welche wegen der Eigenschaft isomorpher Körper, einander zu ersetzen, in dem chemischen Mineralsysteme nothwendig werden (Abh. d. Acad. d. Wissensch. 1824, S. 112.), die Del Rio 1827 in Mexico unter dem Titel: *Nuevo sistema mineral del Señor Bercêlio*, herausgab, hat derselbe einige Anmerkungen hinzugefügt, worunter eine zu dem chromsauren Blei von Zimapan, von dem er angiebt, dafs es ein basisches Salz, ein Suchromato, sei, da es nur halb so viel Chromsäure als das sibirische enthalte.

**) *Kongl. Vetensk. Acad. Handlingar* 1830, *p.* 255.

säure verdunstet, und bei verstärkter Hitze hernach die Schwefelsäure selbst.

I. Vanadin in reducirtem Zustand.

Versucht man, die Vanadinsäure in einem Kohlentiegel in dem Sefström'schen Gebläseofen zu reduciren, so tritt ganz dasselbe wie beim Titan und Tantal ein, dafs man nämlich eine schwach zusammengesinterte, aber nicht geschmolzene Masse erhält, auf deren Oberfläche man eine geringe Menge reducirten Vanadins bemerkt, während die innere Masse noch aus Oxyd besteht. — Vollständiger wird die Reduction bewirkt, wenn man in einen Porcellantiegel schichtweise über einander gleich grofse Stücke von geschmolzener Vanadinsäure und Kalium legt, von letzterem aber eine gröfsere Anzahl, und den Tiegel, nach darauf befestigtem Deckel, über einer Spirituslampe erhitzt. Die Reduction geht fast in einem Augenblick und mit grofser Heftigkeit vor sich. Nach Erkaltung des Tiegels, wirft man denselben in ein Glas mit Wasser, wobei sich das überschüssige Kalium oxydirt, und das Vanadin sich als ein schwarzes, schweres Pulver abscheidet. Allein dieses Pulver giebt von dem Aussehen des in zusammenhängendem Zustand befindlichen Vanadins eben so wenig eine Vorstellung, als das durch Eisenoxydulsalze gefällte pulverförmige Gold eine Vorstellung von dem Aussehen von geschmolzenem oder geschmiedetem Gold giebt. Im Sonnenschein sieht das pulverförmige Vanadin flimmernd aus; unter starkem Druck bekommt es metallischen Strich und das Ansehen von Graphit. Bei anfangendem Glühen entzündet es sich und verbrennt, jedoch nicht sehr lebhaft, mit Hinterlassung eines schwarzen ungeschmolzenen Oxyds. Es leitet die Elektricität und wird mit Zink stark elektronegativ.

Heinrich Rose hat bekanntlich die Entdeckung gemacht, dafs sich Titan mit Leichtigkeit in metallischem Zustand erhalten läfst, wenn man das Salz, welches durch

Sättigen von Chlortitan mit trocknem Ammoniakgas entsteht, erhitzt, indem hierbei ein Theil des Titans zurückbleibt, und ein anderer Theil des Salzes sich sublimirt. Liebig fand nachher, dafs das Titan vollständiger reducirt wird, wenn man Ammoniakgas mit Dämpfen von Titanchlorid-Ammoniak durch eine glühende Glasröhre leitet. Diese Methode versuchte ich auch auf das Vanadin anzuwenden, und sie glückte über alle Erwartung. Vanadinchlorid, dessen Darstellung weiter unten folgt, wurde in eine, an einer Glasröhre ausgeblasenen Kugel gebracht und trocknes Ammoniakgas hineingeleitet. Das Gas wurde so begierig aufgesogen, dafs sich die Masse erhitzte, und das an sich flüssige Chlorid zuletzt in ein weifses Salz verwandelt wurde. Unter fortwährendem Durchströmen von Ammoniakgas wurde das von der Kugel sich fortsetzende Röhrenstück vermittelst der Argand'schen Weingeistlampe zum Glühen erhitzt, und darauf auch die Kugel mit einer einfachen Weingeistlampe erwärmt. Die Reduction begann sogleich; nur Dämpfe von Salmiak gingen durch die glühende Röhre, auf der sich noch vor der glühenden Stelle ein schwacher spiegelartiger Beleg absetzte, der bei reflectirtem Licht wie polirter Stahl aussah, aber, als äufserst dünner Anflug durchscheinend war. Der Boden der Kugel spiegelte nicht so; als aber die obere Hälfte derselben weggeschnitten wurde, fand sich das Vanadin darin reducirt, nicht völlig silberweifs und von starkem, wenn auch nicht ganz gleichförmigem, Glanz. In der Mitte desselben befand sich etwas schwarzes Pulver, welches deutlich oxydirt war, und wohl von unvollständig ausgeschlossener Luft oder Feuchtigkeit herrühren mochte. In diesem Zustand hat das Vanadin mit Molybdän Aehnlichkeit, mit dem es überhaupt verwandter ist, als mit irgend einem anderen Metalle. Es ist völlig ungeschmeidig und zerfällt zu Pulver, indem man es vom Glase abzunehmen versucht. In Luft und Wasser oxydirt es sich nicht, aber beim Aufbewahren wird es all-

mälig weniger glänzend und bekommt einen Stich in's Rothe. Von kochender Schwefelsäure, Chlor- und Fluor-Wasserstoffsäure wird es nicht aufgelöst, wohl aber von Salpetersäure und Königswasser; die Auflösung ist schön dunkelblau. Von kochendem kaustischem Kali wird es nicht aufgelöst, auch zersetzt es nicht, wie Kiesel und Zirconium, kohlensaures Alkali in der Glühhitze. Weder aus sauren noch alkalischen Lösungen liefs es sich vermittelst Zinks auf nassem Wege reduciren.

Zur Bestimmung seines spec. Gewichts besafs ich das Metall weder in passender Form noch in hinreichender Menge.

II. Sauerstoff-Verbindungen des Vanadins.

Das Vanadin hat drei Oxydationsstufen, ein Suboxyd, ein Oxyd und eine Säure. Zwischen den beiden letzteren liegen scheinbare Oxydationsstufen, die aber nur Verbindungen dieser beiden Oxyde in verschiednen Verhältnissen mit einander sind.

1) *Suboxyd.* Es entsteht durch Reduction der Vanadinsäure vermittelst Wasserstoffgases in der Glühhitze. Auch schon bei niedrigeren Temperaturen, als Glühhitze, geht die Reduction vor sich, jedoch sehr langsam. Am schönsten erhält man das Suboxyd, wenn man zur Reduction Stücke von geschmolzener Vanadinsäure nimmt. Das sich bildende Suboxyd behält dabei die krystallinische Textur der Säure, wird dabei schwarz und halb metallisch glänzend. Als ich die Reduction der Vanadinsäure mit Wasserstoffgas in Porcellanröhren versuchte, die zuletzt so stark erhitzt wurden, als es in einem guten Zugofen möglich war, erhielt ich doch nur Suboxyd, und die Säure hatte dabei nicht mehr an Gewicht verloren, als bei der Reduction in einer Glaskugel über der Weingeistlampe. — Macht man in einem Kohlentiegel ein etwas grofses Loch, legt Vanadinsäure in gröfseren Stücken hinein und erhitzt bis zum Glühen, so fliefst die schmel-

zende Säure in die glühende Kohle, und diese findet man nachher mit einer dunkelgrauen, halb metallischen, etwas krystallinischen Masse bedeckt, die jedoch auf keine Weise zusammendrückbar, dagegen sehr leicht zu einem feinen schwarzen Pulver zerreibbar ist. Auch diese Substanz ist nichts anderes als Suboxyd. Dieser Körper besitzt eine bei Oxyden ungewöhnliche Eigenschaft, die nämlich: ein guter Leiter für Elektricität und gegen Zink ein stärkerer negativer Elektromotor zu seyn, als es Kupfer, Silber, Gold oder Platin ist. Hierzu mufs es sich jedoch im Zustande einer zusammenhängenden Masse befinden.

Beim Erhitzen entzündet sich das Suboxyd und verbrennt wie Zunder, unter Zurücklassung eines schwarzen Oxyds. Es ist unschmelzbar, selbst nach einstündigem, heftigstem Gebläsefeuer. Der Luft ausgesetzt, fängt es nach einiger Zeit an sich zu oxydiren, ohne dafs diefs aber sichtbar wäre; legt man es aber in Wasser, so sieht man, wie sich das Wasser davon grün färbt, und diefs geht um so rascher vor sich, je niedriger die Temperatur war, wobei es reducirt wurde. Auch frisch reducirtes Suboxyd, in Wasser gelegt, färbt dasselbe zwar nicht sogleich, aber bald sieht man es doch um das Oxyd herum grün werden, indem sich dieses mit dem Sauerstoff der im Wasser aufgelösten Luft vereinigt. Von Säuren und Alkalien wird es nicht aufgelöst. Allein läfst man es eine kurze Zeit lang darin liegen, so entstehen Verbindungen von Vanadinoxyd mit der Säure oder dem Alkali, aus demselben Grund, wie sich das Wasser färbt. Die Säuren lösen dasselbe nicht einmal im Kochen auf, die Salpetersäure ausgenommen, von welcher es mit blauer Farbe und unter Entwickelung von Stickoxydgas aufgelöst wird.

2) *Vanadinoxyd.* Dieses Oxyd läfst sich nicht so wie das Molybdänoxyd, nämlich durch Erhitzen des vanadinsauren Ammoniaks, rein erhalten; denn es entsteht hierdurch ein Gemenge von allen drei Oxyden. Auf trocknem Wege erhält man es am besten, wenn man ein

sehr inniges Gemenge von 10 Th. Suboxyd mit 12 Th. Vanadinsäure bis zum starken Glühen in einem Gefäfse erhitzt, worin es sich nicht höher oxydiren kann. Das so dargestellte Oxyd ist schwarz, erdig und zu einem Klumpen zusammengebacken, weil die Vanadinsäure vor ihrer Zersetzung schmilzt, das Oxyd aber bei keiner Temperatur schmelzbar ist, die von Glas ausgehalten wird.

Auf nassem Wege erhält man das Oxydhydrat, wenn man die Auflösung eines Vanadinoxydsalzes, am besten die des schwefelsauren, durch kohlensaures Natron fällt, welches man in ganz geringem Ueberschufs zusetzt. Um nicht hier Vanadinsäure beigemischt zu erhalten, ist es nothwendig, in die Auflösung des Oxydsalzes, vor ihrer Fällung, etwas Schwefelwasserstoff einzuleiten und dasselbe alsdann durch gelindes Erwärmen wieder zu entfernen. Auch kann man ein wenig Zucker in der Flüssigkeit auflösen und dieselbe erhitzen; sie mufs aber alsdann Säure im Ueberschufs enthalten. Das Hydrat fällt als eine grauweifse, leichte, sich schwer absetzende Masse nieder, und die Flüssigkeit wird farblos. Ist sie noch blau, so ist das Salz nicht vollständig ausgefällt; ist sie dagegen braun, so enthält sie überschüssiges kohlensaures Natron, welches etwas Hydrat aufgelöst enthält, und ist sie grün, so war das Salz nicht frei von Vanadinsäure. Der Niederschlag wird auf einem Filtrum ausgewaschen, darf aber dabei nicht mit der Luft in Berührung kommen, weil er sonst sogleich braun und nachher grün zu werden anfängt. Allein vermittelst des Waschapparates, den ich vor einiger Zeit beschrieben habe *), und der den Trichter stets mit Wasser voll gefüllt erhält, läfst es sich ohne höhere Oxydation auswaschen. Man giefst nachher das im Trichter über dem Oxyd stehende Wasser aus, prefst den Niederschlag zuerst mit gehöriger Vorsicht zwischen Löschpapier und trocknet ihn darauf im luftleeren Raum. Hat man alle Oxydation vermieden, so hat er auch nach dem Trocknen seine grauweifse Farbe behal-

*) In diesen Annalen, Bd. XVIII. S. 411. P.

ten, sonst aber bekommt er einen schwachen Stich in's Braune. Diefs geschieht auch unbedingt mit dem trocknen, nachdem man ihn einige Stunden lang in lufthaltigen Gefäfsen verwahrt hat. Das Hydrat enthält fast stets ein wenig Kohlensäure, jedoch nur Spuren, die unwesentlich zu seyn scheinen; auch entsteht bei seiner Auflösung in Säuren kein Aufbrausen, sondern man bemerkt höchstens nur einzelne Gasblasen; zuweilen ist auch diefs nicht einmal der Fall. Wird das Hydrat im luftleeren Raum erhitzt, so giebt es Wasser ab, und wird schwarz wie das auf trocknem Wege bereitete Oxyd. Auf feuchtes, schwach geröthetes Lackmuspapier gelegt, färbt es dasselbe weder röther, noch bläut es dasselbe, welches letztere beweist, dafs der Niederschlag kein Alkali mit sich gerissen hat. Nach einigen Stunden jedoch entsteht eine Röthung, die aber nun von einer höheren Oxydation, von Bildung von Vanadinsäure herrührt.

Das Vanadinoxyd vereinigt sich sowohl mit Säuren als mit Basen. Mit den ersteren bildet es die Vanadinoxydsalze, deren Auflösungen in Wasser blau sind. Das Vanadinoxydhydrat wird leichter von den Säuren aufgelöst, als das geglühte Oxyd, welches nur langsam, jedoch vollständig von ihnen aufgenommen wird. Mit den Basen bildet das Vanadinoxyd Salze, die man vanadinigsaure nennen kann. Von den kohlensauren Alkalien wird es mit brauner Farbe aufgelöst. Diese Auflösung besteht aus einem Gemenge von einem zweifach-kohlensauren und einem vanadinigsauren Alkali. Auch von den zweifach-kohlensauren Alkalien wird es aufgelöst, allein diese Auflösung ist blafsblau, und scheint ein Doppelsalz von neutralem kohlensauren Alkali und kohlensaurem Vanainoxyd zu seyn.

3) *Vanadinsäure.* Man erhält sie, indem man vadinsaures Ammoniak, dessen Bereitung in Sefström's handlung vorkommt, in einem offenen Tiegel, unter

öfterem Umrühren, gelinde erhitzt, bis die ganze Masse dunkelroth aussieht. Die Temperatur darf dabei nicht bis zum Glühen gehen. Nach dem Erkalten bildet die Vanadinsäure ein Pulver, welches, je nach dem ungleich fein vertheilten Zustand des Ammoniaksalzes, ziegelroth oder rostgelb ist, und durch Reiben stets eine um so hellere Rostfarbe bekommt, je feiner es gerieben wird. Die Vanadinsäure schmilzt bei eben anfangender Glühhitze, und man kann sie stark glühen, ohne dafs sie durch die blofse Temperatur zersetzt wird, wenn man nur die Berührung mit reducirenden Körpern vermeidet. Beim Erkalten erstarrt sie zu einer krystallisirten Masse, welche, im eigentlichen Sinne des Worts, nur aus einem Aggregat von einzelnen Krystallen besteht, und in der man zuweilen Höhlungen antrifft, die mit sehr regelmäfsigen, kleinen Krystallen besetzt sind. In krystallographischen Untersuchungen ungeübt, überlasse ich die Bestimmung ihrer Form Anderen. Bei dieser Krystallisation wird so viel Wärme frei, dafs die Masse, welche vorher schon zu glühen aufgehört hat, von Neuem in's Glühen geräth, was zuerst am Umkreise wie ein glühender Ring anfängt und sich allmälig nach der Mitte zu fortsetzt, wo es sich am längsten erhält. Dabei zieht sich die Masse sehr bedeutend zusammen, und ist nach dem Erkalten von dem Tiegel leicht abzulösen. Sie ist stark glänzend, hat eine rothe, in Orange ziehende Farbe, und ist an dünnen Kanten gelb durchscheinend. Schmilzt man die Säure, noch ehe sie vollständig oxydirt ist, so dafs sie also noch Vanadinoxyd enthält, so krystallisirt sie nicht, wie eben erwähnt wurde, sondern im Erstarrungs-Moment entstehen darin blumenkohlähnliche Auswüchse, und nach dem Erkalten ist die Masse schwarz. Auch läfst sie nun nicht von dem Tiegel los. Dasselbe Verhalten zeigt die Säure auch, wenn sie Metalloxyde enthält. Durch einen sehr geringen Gehalt von Vanadin-

oxyd wird die Krystallisation nicht gehindert; allein die Farbe der erstarrten Masse ist alsdann dunkler und in's Violette ziehend.

Die Vanadinsäure leitet nicht die Elektricität. Sie ist nicht flüchtig. Sie ist geschmacklos, doch röthet sie feuchtes Lackmuspapier, auf welches sie gelegt wird. Als Pulver mit Wasser gemengt, schlämmt sie sich darin zu einer gelben Milch auf, welche sich, wie Thonwasser, nur sehr langsam klärt. Die so fein vertheilte Säure hat nach dem Trocknen eine schön gelbe Farbe, ganz so wie das unter Wasser auf metallischem Eisen gebildete Eisenoxydhydrat. Die geklärte Flüssigkeit besitzt eine rein gelbe Farbe, ist geschmacklos, röthet Lackmuspapier und hinterläfst nach dem Eintrocknen nicht ganz ein Tausendstel ihres Gewichts an Vanadinsäure. Der gröfste Theil der Säure setzt sich dabei in Ringen um den Rand der eindampfenden Flüssigkeit ab, doch bilden sich zuletzt auch einige kleine gelbe Krystalle. Diese sind aber keine reine Vanadinsäure, sondern enthalten eine Verbindung derselben mit Vanadinoxyd, gebildet durch die reducirende Wirkung des in der Luft schwebenden Staubes, dessen Zutritt bei Verdunstungen an der Luft nicht zu verhindern ist. Beim Glühen geben diese Krystalle Wasser und werden grün. In Wasser sind sie viel leichtlöslicher als die Vanadinsäure.

Uebrigens ist weder die nach dem Verdunsten abgesetzte, nicht krystallisirte Säure, noch das gelbe feine Pulver, welches sich aus der aufgeschlämmten Säure absetzt, wasserhaltige Vanadinsäure; beide verlieren nach gelindem Trocknen nichts im Glühen, und im Allgemeinen ist es sonderbar, dafs auf nassem Wege der Vanadinsäure alle Neigung zu krystallisiren mangelt, während sie dieselbe auf trocknem Wege in so ausgezeichnetem Grade besitzt.

In reinem Alkohol ist die Vanadinsäure unlöslich; in wasserhaltigem löst sie sich in geringem Grade auf.

Auf nassem Wege wird sie leicht zu Oxyd reducirt, besonders wenn sie mit einer anderen Säure verbunden ist. Selbst salpetrige Säure oxydirt sich auf ihre Kosten, denn mischt man rothe, rauchende Salpetersäure zu einer Auflösung von Vanadinsäure, so wird die Flüssigkeit bald blau. Aufserdem wird sie zu Oxyd reducirt von sehr vielen Metallen, von schwefliger und phosphoriger Säure, von Oxalsäure, Citronensäure und Weinsäure, von den Oxydulsalzen mehrerer Metalle, von Zukker, Alkohol u. a.

Die Vanadinsäure ist, gleich der Molybdän- und Wolframsäure, für stärkere Säuren eine Basis, und bildet eine eigene Klasse von Salzen, die in der lateinischen Nomenclatur Salia hypervanadica genannt werden können. Daher wird sie auch mehr oder weniger leicht von Säuren aufgelöst. Ihre Auflösung in Chlorwasserstoffsäure löst Gold und Platin auf. Mit den Basen bildet sie Salze in verschiedenen Sättigungsgraden, von denen der gröfsere Theil mehr oder weniger leicht in Wasser auflöslich ist. Aus diesem Grunde kann sie niemals auf nassem Wege rein erhalten werden; denn versucht man sie abzuscheiden, so erhält man entweder ihr basisches Salz mit einer stärkeren Säure, oder ein aus der vorhandenen Basis mit einem grofsen Ueberschufs von Vanadinsäure gebildetes Salz.

Vor dem Löthrohr verhält sich die Vanadinsäure folgendermafsen: Für sich auf der Kohle schmilzt sie und wird in der Berührungsfläche mit der Kohle reducirt, in welche dieser Theil eindringt und sich darin befestigt, der gröfste Theil bleibt aber auf der Kohle, hat nun Farbe und Glanz von Graphit, und ist Vanadinsuboxyd. In Borax und phosphorsaurem Ammoniak-Natron löst sie sich im Oxydationsfeuer mit gelber Farbe auf, die im Reductionsfeuer schön grün wird, wie von Chrom; ist aber die Perle sehr gefärbt, so erscheint sie, während sie noch heifs ist, bräunlich, und die schöne grüne Farbe

kommt nicht eher als nach dem Erkalten zum Vorschein. Das sicherste Unterscheidungsmerkmal von Chrom besteht darin, daſs im Oxydationsfeuer die Farbe in Gelb umgeändert, oder, je nach ungleichem Zusatz, die Perle ganz farblos geblasen werden kann. Mit kohlensaurem Natron schmilzt die Säure zusammen und zieht sich in die Kohle. Selbst als ein Ueberschuſs von Vanadinsäure hinzukam, lieſs sie sich nicht so reduciren, daſs daraus ein Erkennungs-Zeichen zu entnehmen gewesen wäre, sondern das fein zertheilte Metall oder Suboxyd wird mit der Kohle weggeschlämmt.

4) *Verbindungen zwischen Vanadinsäure und Vanadinoxyd.* Gleich Molybdän und Wolfram bildet auch das Vanadin Verbindungen zwischen seinem Oxyd und seiner Säure, die in Wasser löslich, und theils purpurfarben, theils grün und orangefarben sind. Sie bilden sich theils durch höhere Oxydation des Oxyds in der Luft, theils durch unmittelbare Vereinigung von Säure und Oxyd auf trocknem oder nassem Wege.

a) *Purpurfarbenes Vanadinoxyd.* Es bildet sich durch Oxydation des Oxydhydrats in einer verschlossenen Flasche, worin also die Oxydation begrenzt ist. Gieſst man nachher Wasser darauf, so entsteht eine schmutzig braungrüne Flüssigkeit, ein Gemenge von dieser Verbindung mit der folgenden; bringt man sie mit dem Oxyd auf das Filtrum, und gieſst, wenn die Flüssigkeit abgelaufen ist, frisches Wasser in geringer Menge auf, so erhält man nach und nach das purpurfarbene Oxyd allein aufgelöst. Die durchgehende Flüssigkeit hat dann eine schöne, aber dunkle Purpurfarbe. In einer verschlossenen und damit angefüllten Flasche erhält sie sich; allein die geringste Menge Luft, die mit ihr in Berührung bleibt, verändert ihre Farbe durch Oxydation in Grün, und später noch weiter in Gelb. Wenn sich das Wasser nicht mehr färbt, findet dieſs von Neuem statt, wenn man die Masse auf dem Filtrum, nach einiger Be-

rührung mit der Luft, von Neuem mit Wasser übergiefst. Diese purpurfarbene Verbindung scheint ein basisches vanadinsaures Vanadinoxyd zu seyn.

b) *Neutrales vanadinsaures Vanadinoxyd* oder *grünes Vanadinoxyd.* Man erhält es ganz bequem auf nassem Wege auf zweierlei Weise. Die eine Art besteht darin, dafs man Vanadinoxydhydrat in offner Luft trocken werden läfst, worauf man dasselbe in einem verschlossenen und wenig geräumigen Gefäfs mit so viel Wasser digerirt, dafs ersteres damit angefüllt ist. Es entsteht eine grüne, so concentrirte Auflösung, dafs sie undurchsichtig ist. Sie wird abfiltrirt und im luftleeren Raum abgedampft, worauf eine schwarze, gesprungene, nicht im mindesten krystallinische Masse zurückbleibt, die in Wasser wieder vollkommen löslich ist. Die andere Methode besteht darin, dafs man die Lösung eines völlig neutralen Vanadinoxyd-Salzes mit der Lösung eines neutralen vanadinsauren Salzes vermischt. Es entsteht hierbei ein grüner Niederschlag und die Flüssigkeit wird dunkelgrün. Der Niederschlag entsteht dadurch, dafs die Verbindung in einem salzhaltigen Wasser sehr schwerlöslich ist, und auch der gröfste Theil des Aufgelösten gefällt werden kann, wenn man Salmiak in der Flüssigkeit auflöst. Eine Auflösung dieser Verbindung in Wasser, so verdünnt, dafs sie durchsichtig ist, hat eine sehr schöne grasgrüne Farbe. In wasserfreiem Alkohol ist sie unlöslich, Alkohol von 0,86 dagegen färbt sich grün damit. Ein geringer Zusatz von Alkali macht die Farbe etwas tiefer, ohne die grüne Verbindung zu zerstören; von mehr Alkali entsteht ein brauner Niederschlag, und von fixem Alkali wird die Flüssigkeit braungelb, von Ammoniak farblos. Diese Veränderungen geschehen nicht augenblicklich; kohlensaure Alkalien im Ueberschufs zersetzen die Verbindung erst mit Hülfe von Wärme, und die Flüssigkeit wird dabei braun. — Diese Verbindung ist schmelzbar; man erhält sie so, indem man 1 Th. Suboxyd mit 6 Th.

Vanadinsäure genau mengt und zusammenschmilzt. Die geschmolzene Masse ist grün, und in Wasser löst sich ihr Pulver allmälig zu einer undurchsichtig grünen Flüssigkeit auf.

c) *Zweifach vanadinsaures Vanadinoxyd* entsteht durch Fällung eines neutralen Vanadinoxydsalzes mit zweifach vanadinsaurem Alkali. Diese Verbindung verhält sich fast wie die vorhergehende, in fester Form hat sie dieselbe Farbe, aber in Auflösung zieht sie sich mehr in's Gelbgrüne; in Wasser ist sie schwerer löslich, und von Salmiak wird sie vollständiger ausgefällt.

d) *Orangefarbenes vanadinsaures Vanadinoxyd* entsteht, wenn Auflösungen der vorhergehenden mit der Luft in Berührung kommen; unter Aufnahme von Sauerstoff geht die Farbe allmälig von Grün in Gelb und zuletzt Orange über. Ist die Lösung sehr verdünnt, so bildet sich Vanadinsäure, enthält sie aber über ein Procent ihres Gewichts in Auflösung, so entsteht die obige Verbindung, welche bei Verdunstung in gelinder Wärme als eine geringe krystallisirte Masse von schwach gelblichen Krystallen zurückbleibt, die im Wasser wieder mit orangegelber Farbe löslich ist, beim Erhitzen Wasser abgiebt und grün wird. 1 Th. dieser Verbindung kann in $22\frac{1}{2}$ Th. Wassers aufgelöst erhalten werden; sie ist also in Wasser viel leichtlöslicher als die Vanadinsäure für sich.

III. Atomgewicht des Vanadins und Zusammensetzung seiner Oxyde.

Der einzige Versuch zur Bestimmung des Vanadin-Atomgewichts, der auf einen hohen Grad von Genauigkeit gebracht werden kann, besteht in der Reduction der Vanadinsäure auf das Suboxyd durch Glühen in Wasserstoffgas. Der einzige Umstand, der dabei zu einem beträchtlichen Fehler in dem Resultate führen kann, ist der, dafs die Säure, welche zu diesem Versuche so, wie man sie nach dem Schmelzen erhält, angewandt werden mufs,

dabei nicht völlig oxydirt worden wäre, wiewohl diefs leicht an der Farbe entdeckt werden kann. Man kann diesem jedoch dadurch zuvorkommen, dafs man die Säure, vor dem Schmelzen, hinreichend lange erhitzt. Ich habe folgende vier Versuche angestellt.

a) 0,9805 Grm. Vanadinsäure, durch Wasserstoffgas reducirt, hinterliefsen 0,811 Grm. Suboxyd.

b) 0,5375 Grm. Vanadinsuboxyd, von bleierzähnlichem metallischen Ansehen, das auf Kohle reducirt worden, in Salpetersäure gelöst, und die Lösung zur Trockne verdunstet, hinterliefsen 0,6499 Grm. geschmolzene Vanadinsäure.

c) 2,2585 Grm. Vanadinsäure hinterliefsen, bei Reduction in Wasserstoffgas, 1,869 Grm. Suboxyd.

d) 1,4605 Grm. Vanadinsäure, eben so behandelt, hinterliefsen 1,2075 Grm. Suboxyd. Der Versuch geschah in einer Porcellanröhre in einem Windofen bei einer sehr heftigen Hitze.

Berechnet man diese Resultate, um sie zu vergleichen, so findet man, dafs 100 Th. Suboxyd verbunden waren

in *a*	mit	20,901	Th.	Sauerstoff
- *b*	-	20,916	-	-
- *c*	-	20,840	-	-
- *d*	-	20,952	-	-

Die Mittelzahl hieraus ist 20,927.

Der Sauerstoffgehalt des Suboxyds wurde dadurch bestimmt, dafs man die 1,869 Grm. Suboxyd, welche im Versuche *c* zurückblieben, einem über geschmolzenes Chlorcalcium geleiteten Strom von Chlor aussetzte, und in demselben, wenn man ihn für frei von atmosphärischer Luft glaubte, über einer Weingeistlampe erhitzte. Dabei entstand Vanadinsäure, welche in der Kugel blieb, und Vanadinchlorid, welches abdestillirt und aufgefangen wurde. Wenn die Säure klar im Chlorgase schmolz, wurde der Strom unterbrochen und die Masse erkalten gelassen.

Der übrige Theil der Kugel enthielt eine kleine Po
eines gelben krystallisirten Stoffs, welcher wie ein S
mat aussah, aber eigentlich nichts anderes war als V
dinsäure, nicht verflüchtigt, sondern abgesetzt aus
Vanadinchlorid, durch den geringen Hinterhalt von a
sphärischer Luft im Chlor, welcher schwerlich voll
men fortgeschafft werden kann. Die in der Kugel
ständige geschmolzene Masse wog 0,755 Grm., und
anscheinend Sublimirte, welches, nach dem Ausschn
der Kugel mittelst einer Sprengkohle, besonders g
gen werden konnte, betrug 0,0355 Grm. Im Vers
c waren 2,2585 Grm. Vanadinsäure reducirt worden.
blieben nun 0,755 Grm. Vanadinsäure zurück, d. h
Drittel der ursprünglich angewandten Säuremenge,
$\frac{2,22585}{3} = 0,753$. Daraus folgt also, dafs wenn V
dinsäure durch Wasserstoffgas zu Suboxyd reducirt
zwei Drittel des Sauerstoffs der Säure als Wasser
gehen, und *ein* Drittel in der Verbindung mit dem M
zur Bildung von Suboxyd zurückbleibt.

Um diesen Umstand noch mehr aufser allen Z
zu setzen, wurde eine Portion des Chlorids abg
aus dem der Ueberschufs des Chlors durch ein
über geschmolzenes Chlorcalcium geleiteten Str
sphärischer Luft ausgetrieben worden war. I
dann in Wasser gelöst, mit Salpetersäure ve
mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt. 1,6385
rid gaben 4,0515 Grm. Chlorsilber, welche
war. Die filtrirte Flüssigkeit wurde eing
Silber durch etwas Chlorwasserstoffsäure a
filtrirt, und darauf die Lösung abgeraucht
petersäure vertrieben worden war. Es blie
geschmolzene Vanadinsäure zurück. Die M
silbers entspricht 0,9445 Grm. Chlor, u
chen 0,2881 Grm. Sauerstoff in 0,874 Gr
was, mit einer sehr geringen Abweichun

so viel Sauerstoff ist, als die Säure bei Reduction mit Wasserstoffgas verloren haben würde. Dafs eine solche Abweichung bei einer so zusammengesetzten analytischen Operation wie hier entstehen kann, ist natürlich *).

Die Berechnung dieser Resultate ist leicht. Wenn 100 Th. Suboxyd sich mit 20,927 Th. Sauerstoff zu Vanadinsäure verbinden, und die Hälfte dieser Sauerstoffmenge, oder ein Drittel des in der Vanadinsäure befindlichen Sauerstoffs enthalten, so mufs die Säure bestehen aus:

Vanadin	74,0449	100,0000
Sauerstoff	25,9551	35,0533

und das Suboxyd aus:

Vanadin	89,538	100,0000
Sauerstoff	10,462	11,6844.

Das Verhältnifs 1 : 3 zwischen den Sauerstoffgehalten des Suboxyds und der Säure, zeigt, dafs die Säure *drei* Atome Sauerstoff enthalten mufs, wie wir es auch weiterhin durch deren Sättigungscapacität bestätigt finden. Die Anzahl der Atome des Radicals mufs 1 oder 2 seyn. Mit Sicherheit kann diefs nicht entschieden werden, so lange nicht die Krystallformen der Verbindungen mit denen anderer Körper von bekanntem Atomenverhältnifs verglichen sind. Da wir aber weiterhin sehen werden, dafs die Schwefelsäure mit Vanadinsäure und Kali keine dem Alaun ähnliche salzartige Verbindung giebt, so kann es als das Wahrscheinlichste angesehen werden, dafs die Säure enthält *ein* Atom des Radicals auf *drei* Atomen Sauerstoff.

In diesem Fall wiegt ein Atom Vanadin $=V=855,84$; ein Atom seines Suboxyds $=\dot{V}=955,84$ und ein Atom Vanadinsäure $=\dddot{V}=1155,84$.

Was die Zusammensetzung des Vanadinoxyds betrifft, so ist klar, dafs es bestehen kann, entweder aus

*) Addirt man das Chlor zu dem der Rechnung nach in der Säure enthaltenen Vanadin, so fehlt eine geringe Quantität. Die Ursache hiervon liegt vermuthlich in einem geringen Wassergehalt des Chlorids.

zwei Atomen Sauerstoff und einem Atom Vanadin, ä
lich dem Molybdänoxyd, oder aus drei Atomen Sau
stoff und zwei Atomen Vanadin, ähnlich dem Chromox
Um diefs durch Versuche zu entscheiden, habe ich
schwefelsaure Vanadinoxyd analysirt, wie es aus ei
concentrirten Lösung durch wasserfreien Alkohol nied
geschlagen wird.

0,775 Grm. dieses Salzes, in luftleerem Raum ü
Chlorcalcium getrocknet, wurden in siedendheifsem W
ser gelöst, mit etwas Chlorwasserstoffsäure versetzt,
mit Chlorbaryum gefällt. Der Niederschlag war w
zeigte aber doch während des Auswaschens im noch feu
ten Zustande beim Hindurchsehen einen schwachen, in
deutlich wahrnehmbaren Stich in's Blaue, und geglüht h
er einen eben so deutlichen Stich in's Gelbe. Er wog d
0,923. Er wurde deshalb mit saurem schwefelsauren I
geschmolzen, welches davon gelb ward, und hinterl
sodann, nach Ausziehen mit Wasser und Waschen 0,
Grammen schwefelsauren Baryts, welcher weifs blieb,
gleich vor dem Löthrohr noch eine äufserst geringe S
von Vanadin darin entdeckt werden konnte. Die mit
Barytsalz gefällte Flüssigkeit wurde mit etwas Sch
säure niedergeschlagen, filtrirt, abgedunstet und di
ständige Masse geglüht, bis alle Schwefelsäure ver
war, worauf 0,341 Grm. geschmolzene Vanadin
rückblieben, welche, addirt zu der aus dem Ba
schlag durch schwefelsaures Kali ausgezogenen,
0,351 Grm. Vanadinsäure, worin 0,0912 Grm.
In dem schwefelsauren Baryt wurden aber
Schwefelsäure gefunden, welche in der von
werdenden Basis voraussetzen: 0,06267 Sa
Menge, die sich, bis auf eine unbeachtens
chung, zu dem in der Vanadinsäure ent
stoff verhält =2 : 3. Wir finden den
Salz enthält: 0,3140 Schwefelsäure, 0,32
und 0,1404 Krystallwasser, dessen Saue

trägt, oder zwei Mal so viel wie der des Vanadinoxyds. Offenbar ist also das Oxyd $= \ddot{V}$ und das analysirte Salz $= \ddot{V} \dddot{S}^2 + 4 \dot{H}$.

Zur ferneren Bestätigung dieses Verhältnisses wurde das Oxyd aus schwefelsaurem Vanadinoxyd durch kohlensaures Natron gefällt, getrocknet, durch Glühen im luftleeren Raum vom Wasser befreit und durch Wasserstoffgas reducirt. 0,762 Grm. von dem auf diese Weise erhaltenen Oxyd verloren bei der Reduction 0,071 Grm. und hinterliefsen 0,691 Grm. Suboxyd. Aber 691 : 71 = 100 : 10,28, d. h. das Vanadinoxyd hatte hier eben so viel Sauerstoff verloren als das Suboxyd enthält.

Nach diesem Versuch besteht also das Vanadinoxyd aus:

Vanadin	81,056	100,00
Sauerstoff	18,944	23,37.

IV. Verbindungen des Vanadins mit Schwefel und Phosphor.

Die Verwandtschaft des Vanadins zum Schwefel ist, wenigstens bei einer nicht sehr hohen Temperatur, unwirksam. Denn man kann es in einer Atmosphäre von Schwefelgas glühen, ohne dafs es dadurch sichtbar verändert wird. Inzwischen kann es auf mehrere andere Weisen mit Schwefel verbunden werden. Es hat zwei Schweflungsstufen, welche beide sich wie Säuren verhalten, und Schwefelvanadin (*Vanadinsvalighet*) und Vanadinschwefel (*Vanadinsvafla*) genannt werden können.

1) *Schwefelvanadin.* Diefs kann sowohl auf trocknem wie auf nassem Wege erhalten werden. Wenn man Vanadinsuboxyd in Schwefelwasserstoffgas bis zum vollen Glühen erhitzt, so wird es von dem Gase zersetzt, es entwickelt sich Wasser und Wasserstoffgas, und die Masse gewinnt endlich so viel an Gewicht als zwei Atomen Schwefel auf ein Atom Metall entspricht. Nimmt man Vanadinoxyd zu dem Versuch, so besteht die erste

Wirkung des Gases darin, dafs es dasselbe zu Suboxyd reducirt, wobei Wasser und Schwefel überdestilliren. Das auf trocknem Wege gebildete Schwefelvanadin ist schwarz, läfst sich leicht zusammendrücken und nimmt dabei Glanz an, welcher indefs nicht Metallglanz genannt werden kann. Auf einem Platinlöffel geröstet, entzündet es sich und brennt mit einer blauen Schwefelflamme, und, wenn diefs aufhört, ist das Platin rings um den Rückstand von einer am äufsern Rande schön blauen, und, näher gegen die Probe hin, purpurfarbenen Haut bedeckt, welche sich nicht mit Wasser fortnehmen läfst, welche aber verschwindet, wenn man den Löffel bis zum Glühen erhitzt, worauf sich mit dem Mikroskop kleine Tropfen von Vanadinsäure entdecken lassen. Das Schwefelvanadin ist in diesem Zustande auf nassem Wege ganz unlöslich, in Alkalien wie in Säuren, mit Ausnahme von Salpetersäure und Königswasser, welche es in schwefelsaures Vanadinoxyd verwandeln.

Obgleich die Vanadinoxyd-Salze nicht von Schwefelwasserstoffgas zersetzt werden, so geschieht es doch von wasserstoffschwefligen Salzen, die aus ihnen Schwefelvanadin niederschlagen. Diefs wird am besten rein erhalten, wenn man vom wasserstoffschwefligem Salze so viel hinzusetzt, bis es wieder aufgelöst wird, was mit einer schönen und ungemein tiefen Purpurfarbe geschieht, und darauf die Lösung mit Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure fällt. Nothwendig ist dabei, dafs das wasserstoffschweflige Salz frei ist von dem Schwefelalkali mit zwei Atomen Schwefel, weil der überschüssige Schwefel Vanadinschwefel hervorbringen würde. Das Schwefelvanadin fällt mit brauner Farbe nieder, und, wenn es sich endlich gesammelt hat, giebt es einen zusammengebackenen, schweren schwarzen Niederschlag, welcher ohne Zersetzung gewaschen und getrocknet werden kann. Der Niederschlag ist nicht löslich in Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure, selbst nicht in frisch gefälltem Zustand,

obgleich bisweilen die saure Flüssigkeit, aus der er sich abgesetzt hat, nach dem Filtriren einen schwachen Stich in's Blaue hat. Dagegen wird er sowohl von kaustischem Kali als von Schwefelalkalien bei gelinder Digestion mit der schönen Purpurfarbe gelöst, welche die Auflösungen der vanadinschwefligen Salze auszeichnet. Vom kohlensauren Alkali wird er erst beim Kochen gelöst, wobei die Farbe schmutzig oder braungelb ausfällt. Er besteht aus 68,023 Vanadin und 31,977 Schwefel $=\overset{''}{V}$.

2) *Vanadinschwefel.* Versucht man eine Auflösung der Vanadinsäure in Wasser durch Schwefelwasserstoff zu fällen, so erhält man einen graubraunen Niederschlag, aus welchen Säuren, ohne alle Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas, Vanadinoxyd ausziehen und Schwefel zurücklassen. Dieser Niederschlag ist folglich nichts anders als ein mechanisches Gemenge von Oxydhydrat und Schwefel. Man erhält den Vanadinschwefel, wenn man Vanadinsäure in einem wasserstoffschwefligen Salze auflöst, und die Flüssigkeit, welche dabei eine bierrothe Farbe annimmt, alsdann durch Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure niederschlägt. Er fällt mit brauner Farbe nieder, welche viel heller ist, als die des Schwefelvanadins, und wenn man die Säure nicht in Ueberschufs zugesetzt hat, ist der Niederschlag ein schwerlösliches Salz von der Schwefelbase und dem Vanadinschwefel in grofsem Ueberschufs. Bei dieser Fällung wird die saure Flüssigkeit gewöhnlich deutlicher Blau, als nach dem Ausfällen des Schwefelvanadins. Auch der Vanadinschwefel kann ohne Zersetzung gewaschen und getrocknet werden. Trocken ist er fast schwarz, aber sein Pulver ist leberbraun. Bei der trocknen Destillation giebt er Wasser und Schwefel, unter Zurücklassung von Schwefelvanadin. Er löst sich, wie dieses, in kaustischen und kohlensauren Alalien und in Schwefelbasen, aber die Lösung hat eine rothbraune Farbe. Er besteht aus 58,647 Vanadin und 41,353 Schwefel $=\overset{'''}{V}$.

3) *Phosphorvanadin.* Man kann das Vanadir
einer Atmosphäre von Phosphorgas glühen, ohne daſ
dadurch zersetzt wird; wenn man aber phosphorsa
Vanadinoxyd mit ganz wenig Zucker vermischt un
einer kleinen Retorte bis zum Weiſsglühen erhitzt
erhält man Phosphorvanadin in Form einer bleierzgra
porösen, aufgeschwollenen Masse, welche sich stark
sammendrücken läſst, und dabei die Farbe und den
tallglanz des Graphits annimmt.

V. Verbindungen des Vanadins mit Metallen.

Die Verbindung des Vanadins mit andern Met
habe ich nicht Gelegenheit gehabt zu untersuchen.
werden wahrscheinlich der Gegenstand ausführlicher
suche vom Professor Sefström. Ich glaube gefu
zu haben, daſs das Vanadin leicht Legirungen ein
Ich habe z. B. gesehen, daſs Platintiegel, in dene
oft Vanadinsäure in höherer Temperatur behandelte,
der Oberfläche mit Vanadin legirt wurden, ohne daſ
durch das Platin Farbe und Glanz veränderte; wenn
es dann dem Glühen aussetzte, bedeckten sich di
girten Stellen mit Vanadinsäure. Wurden diese m
kali abgewaschen und der Tiegel auf's Neue erh
entstand eine neue Portion, und dieſs konnte n
wiederholt werden, ehe das Vanadin fortging.
dieſs aber die einzige Weise es vollkommen f
fen, weil das Schmelzen mit saurem schwefels
oder mit Borax und etwas Salpeter das Va
völlig fortnahm. Ich habe hernach die Tieg
schädigt gefunden.

VI. Salzartige Verbindungen des V

Sehr wenige Metalle geben eine sc
besonderer Reihen von Salzen wie das
Reihen können in zwei Hauptklassen
A. in solche, wo das Vanadin das Radi

ist, und *B.* in solche, wo es das Radical der Säure ist. Zu der ersten Klasse gehören drei Reihen, zu der letzteren vier, vielleicht sogar fünf.

A. Salze, in denen das Vanadin das Radical der Base ist.

Diese sind: *a*) Salze mit Vanadinoxyd als Basis, und deren entsprechende Haloïdsalze; *b*) Salze mit Vanadinsäure als Basis, und deren entsprechende Haloïdsalze. *c*) Schwefelsalze, in denen das Schwefelvanadin die Basis ist.

a) Vanadinoxyd-Salze und ihre entsprechenden Haloïdsalze. *Salia vanadica.*

Der allgemeine Charakter dieser Salze ist folgender. Ihre Auflösung in Wasser ist schön blau, aber nicht tiefer als mittelblau. In fester Gestalt sind sie entweder dunkelblau oder mittelblau, einige sogar hellblau. Die basischen und wasserfreien Salze sind braun, lösen sich aber in Wasser mit blauer Farbe. Mehrere von ihnen werden in der Lösung grün, wenn man sie der Luft aussetzt. Sie schmecken süſslich zusammenziehend, vollkommen wie Eisenoxydulsalze. Die meisten sind löslich in Wasser. Von Alkalien werden sie mit weiſsgrauer Farbe gefällt, welche bei Ueberschuſs vom feuerfesten Alkali braun wird, wobei auch die Lösung dieselbe Farbe annimmt. Ammoniak giebt ebenfalls einen braunen Niederschlag, aber die Flüssigkeit wird farblos. Von wasserstoffschwefligen Salzen werden sie schwarzbraun gefällt, aber ein Ueberschuſs des Fällmittels löst den Niederschlag mit tiefer Purpurfarbe auf. Von Schwefelwasserstoff allein werden sie nicht gefällt. Mit Cyaneisenkalium geben sie einen gelben Niederschlag, welcher an der Luft grün wird. Mit Galläpfelaufguſs entsteht eine so dunkel blaue Farbe, daſs die Lösung wie Dinte aussieht.

Haloïdsalze.

Vanàdinchlorür. Diefs Salz hat bisher nicht in wasserfreier Form erhalten werden können. Vergebens habe ich Dämpfe des Chlorids langsam über ein glühendes Gemenge von Suboxyd und Kohlenpulver streichen lassen. Das Chlorid destillirte unverändert über, und aus dem rückständigen Gemenge vom Suboxyd und Kohle zog Wasser kein Chlorür aus. Auch als ich versuchte ein möglichst wasserfreies schwefelsaures Vanadinoxyd mit Chlorkalium zu destilliren, blieb Vanadinsäure in der geschmolzenen Masse zurück und schweflige Säure, Schwefelsäure und Chlorwasserstoffsäure wurden entbunden.

Auf nassem Wege erhält man das Chlorür auf mehrere Weisen. Man löst Vanadinsäure in Chlorwasserstoffsäure, was, wenn man die Masse erwärmt, unter Entwicklung von Chlor geschieht. Die dabei zurückbleibende Portion Chlorid kann zersetzt werden, entweder durch Digestion mit Suboxyd, oder durch Hineinleitung von Schwefelwasserstoffgas, oder durch Zusatz von etwas Zucker. Der letztere kann indefs nicht gerade in solcher Menge zugesetzt werden, dafs nicht eine Portion von ihm unzersetzt in der Lösung bliebe. Die Lösung ist blau und kann zu einem blauen Syrup eingedampft werden, aus dem nichts krystallisirt. Wird er in der Wärme eingetrocknet, so entsteht ein bräunlicher Firnifs, welcher bei Wiederauflösung eine bedeutende Portion eines basischen Salzes ungelöst zurückläfst; aber die Lösung ist nun neutral und frei von überschüssiger Säure. Sie wird nicht von wasserfreiem Alkohol gefällt, und wenn eine dünne Schicht derselben dem freiwilligen Verdunsten überlassen wird, so trocknet sie ein, wird rothbraun und unlöslich.

Ein Chlorür von ganz anderem Aussehen erhält man, wenn man das Oxyd, welches man aus vanadinsaurem Ammoniak durch Glühen in einer Retorte gewinnt, mit

concentrirter Chlorwasserstoffsäure übergiefst und digerirt. Es ist dunkelbraun und trocknet, der freiwilligen Verdunstung überlassen, nicht ein, sondern bildet eine schwarze, durchaus nicht trägfliefsende Flüssigkeit. Bei Verdünnung mit Wasser wird diese braun und durchsichtig; allein, wenn man sie nach der Verdünnung abdunstet, wird sie allmälig blau. Ich vermuthete anfangs, dafs diefs eine dem Suboxyd entsprechende Verbindung sey; allein da ich fand, dafs sie, wie die Auflösung der Vanadinsäure, Chlor entwickelte, konnte es nicht der Fall seyn. Die Ursache der Chlorentwicklung ist nämlich, dafs das geglühte Oxyd nicht selten vanadinsaures Vanadinoxyd enthält. Um zu finden, ob ein anderer Oxydationsgrad die Ursache dieser braunen Verbindung wäre, vermischte ich die concentrirte Auflösung jener Substanz mit Schwefelsäure, wodurch sie augenblicklich blau wurde, ohne Gasentwicklung und ohne Fällung. Daraus ist also klar, dafs das blaue und das braune Chlorür eine und dieselbe Zusammensetzung haben, und dafs sie als isomerische Modificationen betrachtet werden müssen, von denen, wie wir weiterhin sehen werden, das Vanadin mehrere Beispiele liefert.

Wenn Vanadinchlorür mit einer zu seiner Fällung unzulänglichen Menge Ammoniak vermischt wird, so erhält man einen Niederschlag, der ein basisches Doppelsalz ist von Chlorür, Oxyd und Ammoniak.

Vanadinbromür verhält sich dem Chlorür sehr gleich; aber Bromwasserstoffsäure löst das geglühte Vanadinoxyd mit blauer und nicht mit brauner Farbe. Bei freiwilligem Verdunsten wird eine neutrale Auflösung grün, was mit dem Chlorür nicht so leicht geschieht. Im luftleeren Raum trocknet es zu einem blauen Gummi ein, welcher bei gelinder Erhitzung braun-violett wird, sich aber fast vollkommen wieder in Wasser löst. Wenn eine syrupsdicke Lösung mit wasserfreiem Alkohol vermischt wird, so gelatinirt sie nach einer Weile, weil der Alkohol das

Bromür ausfällt; wenn man aber den Alkohol abdunstet, wird sie wieder flüssig. Ammoniak fällt auch hier ein basisches Doppelsalz.

Vanadinjodür wird, wie der gröfsere Theil der folgenden Salze, dadurch erhalten, dafs man das Hydrat des Oxyds in Säure löst. Es ist blau wie das Bromür, wird aber an der Luft sehr bald grün. Nach freiwilliger Verdunstung hinterläfst es eine schwarzbraune, halbflüssige Masse, welche in Wasser löslich ist, und aus welcher Schwefelsäure Jod entwickelt. Es scheint zu bestehen aus vanadinsaurem Vanadinoxyd und einem mit Jod übersättigten Vanadinjodid. Ich habe sie nicht näher untersucht.

Vanadinfluorür ist blau und nach dem Eintrocknen braun, aber vollkommen wieder löslich in Wasser. Der freiwilligen Verdunstung überlassen, wird es zuletzt eine syrupsähnliche grüne Masse, in der sich grüne Krystalle bilden. Sie ist löslich in Alkohol, welcher indefs die blaue Farbe desselben nicht wieder herstellt. Indefs geschieht diefs leicht durch Schwefelwasserstoffgas. Das Vanadinfluorür giebt mit Fluorkalium und Fluornatrium blaue in Wasser sehr leichtlösliche Doppelsalze, welche in Alkohol nicht löslich sind.

Kiesel-Fluor-Vanadin ist blau, und trocknet bei einer schleunigen Verdunstung zu einer blauen Masse ein, welche bei gelinder Hitze aufzuschwellen anfängt, wie gebrannter Alaun. Bei freiwilliger Verdunstung giebt es einen mit Krystallen gemengten Syrup, wie das reine Fluorür.

Vanadincyanür erhält man durch Digestion des Oxydhydrats mit Cyanwasserstoffsäure in einem verschlossenen Gefäfs, wobei das Hydrat dunkelbraun und gallertartig wird. Das Cyanür läfst sich waschen und trocknen, ohne grün zu werden. Es wird von Cyankalium gelöst, aber die Lösung, der freiwilligen Verdunstung überlassen, riecht beständig nach Cyansäure und hinterläfst vanadinsaures Kali.

Vanadincyanür mit *Eisencyanür.* Diese Verbindung fällt mit schön citrongelber Farbe nieder, wenn man eine Lösung von Oxydsalz, die keine Vanadinsäure enthält, mit gewöhnlichem Cyaneisenkalium vermischt. Der Niederschlag ist sehr voluminös, löst sich nicht in Säuren, wenigstens nicht in bemerkenswerther Menge, und färbt das Waschwasser beständig gelb. Er wird an der Luft grünlich, ist nach dem Trocknen grün und giebt ein schön grünes Pulver.

Vanadincyanür mit *Eisencyanid* wird aus einem Vanadinoxydsalze durch rothes Cyaneisenkalium als eine gallertartige grüne Masse niedergeschlagen.

Sauerstoffsalze.

Schwefelsaures Vanadinoxyd. Man erhält dieses Salz am leichtesten auf die Weise, dafs man Vanadinsäure in der Wärme in Schwefelsäure auflöst, die mit einem gleichen Gewicht Wassers verdünnt ist, und darauf etwas reine Oxalsäure so lange hinzufügt, bis noch eine Kohlensäuregas-Entwicklung bemerkt wird, oder bis das Salz vollkommen blau ist. Auch durch Verdünnung der Lösung mit kaltem Wasser und Durchleitung von Schwefelwasserstoffgas, bis dafs alle Vanadinsäure zerstört ist, erhält man es vollkommen rein. Durch Alkohol oder Zucker erhält man immer mit dem Salze organische Stoffe eingemengt, welche, wenn das Salz abgedunstet wird, verkohlt werden.

Die erhaltene saure Auflösung wird auf einer Sandcapelle abgedunstet, wodurch die Säure sich concentrirt, und das Salz sich daraus als eine blafsblaue krystallinische Rinde absetzt. Man läfst darauf die Säure abtröpfeln, die noch etwas von dem Salze aufgelöst enthält. Das Salz wird einige Mal vermittelst Alkohol von der anhängenden Säure abgewaschen; es wird darauf damit übergossen und eine Zeit lang damit stehen gelassen. Es zerfällt dadurch zu einem voluminösen himmelblauen Pulver,

welches eigentlich aus feinen Krystallschuppen besteht, die auf ein Filtrum gebracht, mit wasserfreiem Alkohol ausgewaschen, und sodann im luftleeren Raume über porösem trocknen Chlorcalcium getrocknet werden.

In diesem Zustande hat es folgende Eigenschaften. In Wasser geschüttet, bleibt es darin schweben, ohne im Anfange sichtlich gelöst zu werden, was jedoch nach und nach geschieht, so dafs nach zwölf Stunden das Meiste aufgelöst ist. An der Luft zerfliefst es zu einer blauen Flüssigkeit, und diefs geschieht, besonders in warmer und feuchter Luft, weit schneller, als wenn eine gleiche Menge Salz in einem Wasser von $+12^{0}$ aufgelöst wird. In einem Wasser von $+60^{0}$ wird es weit schneller als im kalten Wasser aufgelöst; besonders schnell aber geschieht die Auflösung im kochenden Wasser. Vom wasserfreien Alkohol wird es in sehr unbedeutender Menge aufgelöst; aber Alkohol von 0,833 löst es in grofser Menge. Wenn dieses Salz an einem warmen Orte unter einer Glocke zerfliefst, unter welche zugleich Wasser gesetzt worden ist, und diese Lösung dann in trockner Luft sich selbst überlassen wird, so fangen nach 6 bis 8 Tagen mehrere kleine Krystallpunkte an sich darin zu zeigen. Diefs geschieht desto schneller, je kälter die Luft ist. Sie bilden sich langsam zu tief dunkelblauen, schönen Krystallgruppen aus, die gewöhnlich so zusammengewachsen sind, dafs keine regelmäfsige Form bestimmt werden kann. Indessen habe ich zwei Mal gerade Prismen mit rhombischer Basis erhalten, von gröfserer Breite als die Höhe des Prisma's, und an den Enden der scharfen Kante des Prisma's mit kleinen dreieckigen Flächen versehen. Diese Krystalle bildeten sich in einer Auflösung, welche keine überschüssige Säure enthielt. Ein sehr geringer Ueberschufs davon befördert aber eher das Anschiefsen, als dafs er dasselbe hindert; durch einen gröfseren Ueberschufs gesteht die Masse zuerst, wird aber nachher flüs-

sig, und krystallisirt nicht anders, als bei Abdunstung in der Wärme.

Ich habe alle Ursach zu vermuthen, daſs das vom Alkohol gefällte und das dunkelblaue krystallisirte Salz dieselbe Menge von Wasser enthalten. Aus der bei der Analyse des Oxydes angeführten Untersuchung über dessen Zusammensetzung ergiebt sich, daſs es aus 40,15 Th. Schwefelsäure, 42,16 Th. Vanadinoxyd und 17,59 Th. Wasser besteht. Was für ein Unterschied zwischen diesem Salze und dem stattfindet, welches in einer sauren Auflösung durch Concentration vermittelst der Wärme gebildet wird, weiſs ich nicht. Ein solcher muſs jedoch da seyn, da es in wasserfreiem Alkohol zerfällt, und da die Farbe des letzteren weit schwächer Blau ist. Es ist möglich, daſs es ein saures Salz sey, dessen Ueberschuſs an Säure der Alkohol aufnimmt.

Das schwefelsaure Vanadinoxyd wird durch's Erhitzen in Destillationsgefäſsen zerstört; es giebt erst Wasser, darauf schweflige Säure, dann wasserfreie Schwefelsäure, und endlich bleibt geschmolzene Vanadinsäure frei von jeder Spur von Schwefelsäure übrig.

Wenn das Vanadinoxydhydrat in Schwefelsäure bis zur vollständigen Sättigung aufgelöst, und diese Lösung dann bei gelinder Wärme abgedunstet wird, so erhält man eine blaue, nicht krystallisirte, durchscheinende Masse. Dieselbe erhält man auch, wenn die Lösung im luftleeren Raume abgedunstet wird. Es scheint dieſs ein lösliches basisches Salz zu seyn. Bei dem freiwilligen Abdunsten wird es grün, und setzt bei einer gewissen Concentration grünes Oxyd ab, worauf die Lösung rein blau und neutral wird. Wenn dieses Salz nach dem Eintrocknen bei $+30^{\circ}$, wobei es noch blau bleibt, eine Zeit lang bis zu $+100^{\circ}$ erhitzt wird, so wird es braun, löst sich aber nachher wieder mit blauer Farbe im Wasser auf.

Schwefelsaures Vanadinoxyd-Kali erhält man, wenn

die Auflösung beider Salze gemischt wird, so dafs indessen das Vanadinoxydsalz in einem kleinen Ueberschufs zugegen ist, sie darauf zu einem dünnen Syrup abdunstet und mit Alkohol fällt. Der Niederschlag ist lichtblau. Das Salz wird leicht vom Wasser gelöst; die Auflösung trocknet zu einer blafsblauen, undurchscheinenden, gummiähnlichen Masse ein, die lange weich bleibt, und, wenn sie vollkommen hart geworden ist, einen glasigen Bruch hat.

Salpetersaures Vanadinoxyd. Man erhält dieses Salz, wenn man das Suboxyd, das Metall oder das Oxydhydrat in Salpetersäure auflöst. Die Lösung desselben ist blau; es wird im wasserhaltigen Zustand durch Kochen mit einem Ueberschufs von Säure nicht höher oxydirt. Wenn man hingegen eine mit Oxydhydrat vollkommen gesättigte Auflösung freiwillig abdampfen läfst, wird sie zuletzt grünlich, und trocknet endlich zu einer rothen Masse von Vanadinsäure ein, die jedoch noch etwas Salpetersäure enthält.

Phosphorsaures Vanadinoxyd. Das neutrale Salz zerfliefst und wird an der Luft ein dicker blauer Syrup. Nach vollkommner Eintrocknung wird es weifs und bläht sich wie gebrannter Alaun auf. Durch's Weifsglühen sintert es zusammen, schmilzt aber nicht vollständig; es wird dabei schwarz und löst sich nachher im Wasser nicht mehr auf. Wenn man zu der Auflösung des neutralen Salzes etwas Phosphorsäure im Ueberschufs setzt, die Lösung nachher abdunstet und sie einige Zeit hindurch einer Temperatur von $+40^{0}$ aussetzt, so krystallisirt das neutrale Salz in der nun farblos gewordenen Säure, welche die Mutterlauge desselben bildet. Die Säure kann vermittelst Alkohol abgespült werden, aber die Krystalle, welche durch gelinde Berührung zusammenfallen, ziehen Feuchtigkeit aus der Luft an, und fliefsen zu einem dicken Magma zusammen. Wird die Lösung des neutralen oder des sauren Salzes mit Alkohol vermischt, so entsteht dadurch ein weifsgrauer Niederschlg, der im Anfange sehr gelatinös ist, aber auf dem Filtrum, mit Alkohol gewaschen,

sich zusammenzieht, und beim Trocknen weifs wird, mit einem schwachen Stich in's Blaue. Durch Wasser wird der Niederschlag sogleich blau, aber selbst warmes Wasser löst ihn nicht vollständig, sondern mit Hinterlassung eines basischen Salzes.

Arseniksaures Vanadinoxyd. Eine Auflösung von diesem Salze, welche Arseniksäure im Ueberschufs enthält, setzt beim Abdunsten, sowohl freiwillig als auch in der Wärme, eine Rinde ab, welche aus kleinen Krystallkörnern von schön hellblauer Farbe zusammengesetzt ist. Der Ueberschufs der Säure kann leicht mit Wasser abgewaschen werden. Dieses Salz löst sich selbst im kochenden Wasser, und im Wasser, zu welchem freie Arseniksäure gesetzt worden ist, so langsam auf, dafs es scheint, als wäre es darin vollständig unlöslich; aber nach und nach löst es sich auf, und ist es einmal aufgelöst, so bleibt es in der Auflösung. Durch Chlorwasserstoffsäure wird es schnell aufgelöst. Wenn Arseniksäure vollständig mit Vanadinoxydhydrat gesättigt und die Lösung abgedunstet wird, so erhält man theils das erwähnte krystallisirte Salz, theils eine gummiartige Masse, welche weit löslicher ist und ein basisches Salz zu seyn scheint Alkohol fällt das arseniksaure Vanadinoxyd wie das phosphorsaure.

Borsaures Vanadinoxyd. Dieses Salz ist im Wasser unlöslich, und wird gefällt, wenn eine Auflösung von schwefelsaurem Vanadinoxyd mit einer Auflösung von Borax gemischt wird. Der Niederschlg ist gräulichweifs, und löst sich mit blauer Farbe in einem Ueberschufs von Borsäure auf, wird aber schnell grün an der Luft. Wenn man durch diese Auflösung einen Strom von Schwefelwasserstoffgas leitet, so erhält man eine dunkel gelbbraune Flüssigkeit, die vollkommen klar ist. Diese Flüssigkeit ist eine Auflösung von Schwefelvanadin in Borsäure. Tröpfelt man etwas Schwefelsäure hinzu, so wird sogleich Schwefelvanadin gefällt, und die Flüssigkeit wird farblos.

Wird die Lösung der Luft ausgesetzt, so wird die Farbe nach und nach heller und geht in's Grüne über. Durch Abdunsten erhält man eine dunkelgrüne Masse, gemengt mit grünem Vanadinoxyd, Schwefel und Krystallschuppen von Borsäure.

Kohlensaures Vanadinoxyd. Dieses Salz scheint nicht bestehen zu können. Ich habe früher erwähnt, daſs der Niederschlag, welchen kohlensaures Alkali hervorbringt, nur eine Spur davon erhält. Es scheint indessen als Doppelsalz bestehen zu können, weil zweifach kohlensaure Alkalien das Hydrat mit blauer Farbe auflösen. Ich habe indessen keine Versuche angestellt, um dieses Doppelsalz darzustellen.

Kieselsaures Vanadinoxyd wird als ein hellgraues Pulver gefällt, welches an der Luft erst braun und dann grün wird, und nicht vom Wasser gelöst wird, wenn es grün geworden ist.

Molybdänsaures Vanadinoxyd. Durch Doppelzersetzung von schwefelsaurem Vanadinoxyd mit molybdänsaurem Ammoniak erhält man eine purpurfarbene Lösung, welche der des wolframsauren Molybdänoxyds vollkommen ähnlich ist, aber keinen Niederschlag. Sie wird an der Luft blau, und endlich gelb, ohne daſs ein Niederschlag entsteht. Da ich glaubte, daſs hierbei vielleicht sich vanadinsaures Molybdänoxyd gebildet, so mischte ich ein Molybdänoxydsalz mit einer Auflösung von vanadinsaurem Ammoniak, aber die Flüssigkeit wurde gelb.

Wolframsaures Vanadinoxyd wird aus concentrirten Auflösungen durch Doppelzersetzung als eine braungelbe Masse gefällt. Von dieser löst sich ein groſser Theil durch hinzugefügtes Wasser auf, und endlich löst sich Alles in dem Maaſse auf, als das Vanadinoxyd sich zur Säure oxydirt. Die Lösung ist dann gelb.

Chromsaures Vanadinoxyd. Die Chromsäure löst das Oxydhydrat mit braungelber Farbe auf, die Auflösung trocknet zu einem glänzenden dunkelbraunen Firniſs

nifs ein, der nicht mehr vollkommen vom Wasser aufgelöst wird. Wenn derselbe mit Wasser gekocht wird, so erhält man eine gelbe Auflösung, aus welcher Schwefelwasserstoffgas das Aufgelöste mit blafsgrüner Farbe, wahrscheinlich als chromgeschwefeltes Schwefelvanadin, fällt.

Oxalsaures Vanadinoxyd. Wird Oxalsäure mit dem Hydrat des Oxyds gesättigt und abgedunstet, so erhält man eine schöne hellblaue, durchscheinende, gummiartige Masse, die sich sehr schwer im kalten, aber schneller im warmen Wasser löst. Wenn einer Auflösung von diesem Salze etwas Oxalsäure zugesetzt wird, und sie dann freiwillig abdunsten kann, so erhält man ein blaues krystallisirtes Salz, welches vom Wasser leicht aufgelöst wird. Es ist unentschieden, ob das erstere von diesen Salzen basisch, und das letztere neutral ist, oder ob das erstere neutral, und das letztere sauer ist; die erste Ansicht ist die wahrscheinlichste.

Oxalsaures Vanadinoxyd-Kali ist im Wasser löslich und krystallisirt nicht, sondern trocknet zu einem dunkelblauen Firnifs ein, welcher sich langsam im Wasser löst. Oxalsäure und saures oxalsaures Kali lösen beide Vanadinsäure auf, und zersetzen sie zu einem Oxydsalze.

Weinsaures Vanadinoxyd hat eine ausgezeichnet schön mittelblaue Farbe; es trocknet nach und nach zu einer blauen, durchscheinenden, gesprungenen Masse ein, welche mit einer bemerkenswerthen Langsamkeit bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft sich wieder in Wasser auflöst. Vom kaustischen Ammoniak wird es mit einer ausgezeichnet schönen Purpurfarbe aufgelöst, die einen Stich in's Blaue hat. Die Farbe der Auflösung verliert sich schnell beim Zutritt der Luft, indem sich dann vanadinsaures Ammoniak bildet. Die Weinsteinsäure löst die Vanadinsäure auf, die dadurch zum Theil zersetzt wird und ein Oxydsalz giebt.

Weinsaures Vanadinoxyd-Kali stellt eine blaue,

extractförmige, zuletzt gesprungene Masse dar, deren Fa
sichtlich einen Stich in's Violette hat. Man erhält di
Salz sehr leicht durch Auflösung der Vanadinsäure
sauren weinsteinsauren Kali. Dabei wird ein Theil
Weinsteinsäure durch den Sauerstoff der Vanadinsä
zerstört, und es bildet sich etwas vanadinigsaures K
dessen Gegenwart wahrscheinlich die Ursache ist,
das Salz einen Stich in's Violette hat. Es wird pur
farben, wenn man kaustisches Ammoniak hinzufügt,
durch kein Niederschlag entsteht.

Citronsaures Vanadinoxyd bildet eine blaue
lösung. Eingetrocknet ist es so dunkelblau, dafs es sch
aussieht. Es zeigt kein Zeichen von Krystallisation
löst sich vom Glase nach vollkommenem Austrocknen
Es löst sich langsam mit dunkelblauer Farbe in ka
Wasser auf. Vom kaustischen Ammoniak wird es
dunkler, braungelber Farbe aufgelöst, welche inde
durch die Oxydation des Vanadinoxyds beim Zutritt
Luft schnell gänzlich zerstört wird.

Essigsaures Vanadinoxyd. Verdünnte Essigs
löst selbst beim Kochen wenig Vanadinoxydhydrat
die Lösung ist blafsblau, und setzt beim freiwilligen
dampfen eine kleine Menge eines weifsen Pulvers
welches durch Eintrocknen der Säure grün wird.
centrirte Essigsäure löst mehr vom Oxyd auf; die
lösung ist schön blau, sie wird indessen beim
willigen Verdunsten grün, und hinterläfst endlich
Menge mikroskopischer Krystalle von dunkelgrüner F
welche theils Würfel, theils kurze rechtwinkliche
men bilden, die äufserst langsam sich im Wasser
grüner Farbe auflösen. Es entsteht kein Nieders
wenn concentrirte Auflösungen von essigsaurem
und schwefelsaurem Vanadinoxyd gemengt werden.

Bernsteinsaures Vanadinoxyd. Die Bernstein
löst eben so wenig oder noch weniger Oxydhydra
als die verdünnte Essigsäure. Die Flüssigkeit erhält

mehr als einen Stich in's Blaue, und hinterläfst nach dem Eintrocknen bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft ein weifses Pulver, gemengt mit Krystallen der Säure. Die Salze des Vanadinoxyds werden indefs nicht von neutralen bernsteinsauren Salzen gefällt, aber die Mengung fängt sehr bald bei der Berührung mit der Luft an grün zu werden.

Ameisensaures Vanadinoxyd. Künstliche Ameisensäure löst das Hydrat des Oxyds leicht auf. Nach freiwilliger Verdunstung erhält man eine blaue, undurchscheinende Salzmasse, die leicht im Wasser löslich ist. Wenn die Schicht der Auflösung nur dünn war, so wird das Salz beim Eintrocknen an der Luft violett, und löst sich dann nicht mehr vollkommen im Wasser auf. So lange die Lösung freie Säure im Ueberschufs enthält, bleibt das Salz blau, aber wenn das eingetrocknete, und hierdurch vom Ueberschufs der Säure befreite Salz im Wasser gelöst wird, so wird die Lösung nach 10 bis 12 Stunden dunkelgrün.

Benzoësaures Vanadinoxyd. Eine kochendheifse Auflösung von Benzoësäure löst sehr wenig Vanadinoxyd auf. Bei der freiwilligen Verdunstung setzt sich das Salz als ein gelbliches Pulver zwischen den Krystalle der überschüssigen Säure ab. Benzoësaure Salze geben mit Vanadinoxydsalzen keinen Niederschlag.

Gerbstoffsaures Vanadinoxyd. Wenn ein Vanadinoxydsalz mit einer Auflösung des Gerbstoffs der Galläpfel gemengt wird, so erhält es die Farbe der Dinte, und wenn man die Flüssigkeit ruhig stehen läfst, so senkt sich ein voluminöser schwarzer Niederschlag in einer durchscheinenden, etwas bläulichen Flüssigkeit nieder. Wenn aber eine Galläpfelaufgufs mit einem vanadinsauren Salze gemengt wird, so wird dieses zuerst grün, dann bläulich, und endlich schwarz wie Dinte, ohne gefällt zu werden. Wenn man diefs mit vielem

Wasser verdünnt, so erhält man eine klare, dunkelblaue Auflösung, die durch den Zutritt der Luft nach und nach grün wird. Die concentrirte Lösung kann wie Dinte gebraucht werden; sie wird schwärzer als die aus gerbstoffsaurem Eisenoxyd, und fliefst bei weitem leichter aus der Feder wie diese, weil sie eine Auflösung, und nicht durch Gummi verdickt ist. Die Schrift damit wird an der Luft nicht verändert, und läfst sich nicht mit Wasser abwaschen. Chlorwasserstoffsäure, Chlorwasser, kaustische Alkalien u. s. w., durch welche augenblicklich die Schrift der gewöhnlichen Schreibedinte verschwindet, lassen die Schrift von jener lesbar, obgleich mit veränderter Farbe, zurück. Indessen durch abwechselnde Behandlung von Chlor und Alkali kann sie fortgenommen werden. Diese Dinte kann jedoch nicht lange in offenen Gefäfsen aufbewahrt werden, weil die Bestandtheile derselben sich nach und nach oxydiren, und die Farbe vom Schwarzblau in's Grüne übergeht, wodurch die Schrift nicht mehr vollkommen schwarz bleibt.

b) Salze, in denen die Vanadinsäure Base ist, und die diesen entsprechenden Haloïdsalze; *Salia hypervanadica.*

Ich habe diese Salze nicht hinlänglich studirt. Die Farbe derselben ist roth oder citronengelb. Ihr Geschmack ist stark zusammenziehend und hinterher säuerlich, ähnlich dem der Eisenoxydsalze. Die Auflösung derselben ist bisweilen farblos, bisweilen gelb oder roth. Diese Verschiedenheit, hinsichtlich der gefärbten und farblosen Auflösung, zeigt auch die Vanadinsäure, selbst in ihren Verbindungen mit Salzbasen. Ich werde bei diesen mich näher darüber äufsern, welcher Ursache ich diefs zuschreibe. Die Auflösungen, in welchen die Säuren genau mit Vanadinsäure gesättigt sind, trüben sich beim Aufkochen oder beim Abdunsten, und setzen braunrothe Niederschläge ab, welche basische Salze sind. Der Luft lange ausgesetzt, werden diese Auflösungen oft nach

und nach grün, was wohl der reducirenden Wirkung des Staubes in der Luft zugeschrieben werden mufs. Die Auflösungen derselben von Alkalien sind erst braun gefällt, und der Niederschlag wird nachher mit gelber oder keiner Farbe aufgelöst; von Kaliumeisencyanür werden sie mit grüner Farbe gefällt, und mit Galläpfelaufgufs geben sie nach einiger Zeit einen schwarzblauen Niederschlag.

Haloïdsalze.

Vanadinchlorid erhält man, wenn Vanadinsuboxyd mit etwas Kohlenpulver gemengt und ein Strom von Chlorgas über das Gemenge geleitet wird, während dasselbe bis zum anfangenden Glühen erhitzt wird. Das Chlorid verflüchtigt sich, und condensirt sich in den kälteren Theilen des Apparats zu einer dunkelgelben Flüssigkeit, die gewöhnlich zugleich eine gesättigte Auflösung von Chlorgas ist. Um das Chlorgas davon abzuscheiden, leitet man durch das Chlorid ein Strom von Luft, welcher erst durch eine Röhre, mit geschmolzenem Chlorcalcium ausgetrocknet seyn mufs; dieser nimmt das Chlorgas mit sich fort. Zwar nimmt er auch etwas vom Chlorid fort, doch diefs kann man aufsammeln, wenn man die Luft durch ein Gefäfs mit ammoniakhaltigem Wasser leitet. Wenn die ausströmende Luft nicht mehr nach Chlor, sondern nach reiner Chlorwasserstoffsäure riecht, wird keine Luft mehr durchgeleitet. Die Farbe der Flüssigkeit ist dadurch bedeutend heller geworden. Das Chlorid hat folgende Eigenschaften: es ist hellgelb, der Luft ausgesetzt, stöfst es einen rothgelben Dampf aus, indem sich Chlorwasserstoffgas bildet und Vanadinsäure in der Luft gefällt wird. Der flüssige Theil zerfliefst sehr schnell, wird roth, bedeckt sich mit Vanadinsäure und wird dick. Er schmeckt nun vollkommen wie Eisenchlorid. Das Chlorid kocht bei einer Temperatur, die höher als +100° ist. Wenn es mit etwas Wasser verdünnt wird, so trübt es sich durch Vanadinsäure, die gefällt wird; wenn aber mehr

davon hinzugesetzt wird, so löst diese sich wieder zu einer klaren, schwach gelblichen Flüssigkeit auf, welche nach einigen Tagen, unter Entwicklung von Chlor, erst grün und dann blau wird. Es kann mit wasserfreiem Alkohol gemischt werden, ohne dadurch gefällt zu werden. Es wird indessen dadurch noch leichter blau und entwickelt Aether. Es wird nicht von Kalium zersetzt, womit man es kochen kann; aber das Kalium brennt in dem Gase desselben und reducirt Vanadin. Es löst eben so wenig Vanadin oder andere Metalle auf, wenn nicht Wasser hinzukommt, wobei es dann schnell zu Chlorür reducirt wird.

Das Chlorid kann mit Wasser verbunden werden, wenn Vanadinsäure in concentrirter Chlorwasserstoffsäure gelöst wird; die Lösung fängt indessen bald an Chlor zu entwickeln und grün zu werden.

Das Chlorid absorbirt das Ammoniakgas mit grofser Heftigkeit, und erhitzt sich damit so, dafs ein Theil des Salzes sich mit weifser Farbe sublimirt, indessen dabei kein Zeichen von Krystallisation zeigt. Ich habe schon oben erwähnt, dafs bei einer ganz geringen Hitze, welche nicht bis zum Glühen zu gehen braucht, das Salz in einem Strom von Ammoniakgas zersetzt wird, Salmiak und Stickstoffgas entwickelt, und reducirtes Vanadin hinterläfst.

Mit *Jod* habe ich auf trocknem Wege das Vanadin nicht verbinden können, als ich das Metall in Jodgas glühte.

Vanadinfluorid. Die Fluorwasserstoffsäure löst bei geringer Erwärmung die Vanadinsäure leicht zu einer farblosen Flüssigkeit auf, welche nach der Abdampfung der überschüssigen Säure bei einer geringen Wärme eine farblose Salzmasse hinterläfst. Bei einer stärkeren Hitze geht noch etwas mehr Säure fort und das Salz wird roth, wird aber auch ohne Farbe vom Wasser gelöst. Durch eine noch stärkere Hitze erhält man Fluorwasserstoffsäure und

Vanadinsäure. Es ist nicht ausgemacht, ob sich hierbei ein flüchtiges Fluorid bildet. Mit Vanadinsäure, Fluornatrium und rauchender Schwefelsäure erhält man nur Fluorwasserstoffsäure, und die Vanadinsäure bleibt im sauren schwefelsauren Natron.

Vanadinsäure mit Fluorkiesel. Kieselfluorwasserstoffsäure löst die Vanadinsäure mit rother Farbe auf. Nach dem Abdampfen erhält man eine orangerothe Masse, die nicht mehr vollkommen vom Wasser gelöst wird; sie färbt sich aber dadurch gelb, und verwandelt sich in eine voluminöse grüne Masse, welche von Schwefelsäure mit rother Farbe, unter Entwicklung von Fluorkiesel und Fluorwasserstoffsäure, aufgelöst wird.

Eisencyanür mit Vanadiumcyanid wird als eine schöne grüne, flockige Substanz gefällt, wenn eine saure Lösung von Vanadinsäure mit gewöhnlichem Kaliumeisencyanür gemengt wird. Sie wird auch gebildet, wenn die gelbe Cyanürverbindung an der Luft sich oxydirt; sie ist dann aber basisch. Sie wird nicht von Säuren gelöst.

Sauerstoffsalze.

Schwefelsaure Vanadinsäure. Um diese Verbindung im genau gesättigten Zustand zu erhalten, löst man Vanadinsäure mit Hülfe der Wärme in Schwefelsäure auf, welche mit der Hälfte ihres Gewichts mit Wasser verdünnt worden ist, und dunstet den Ueberschufs von der Säure über der Spirituslampe bei der niedrigsten Temperatur ab, welche dazu erfordert wird; wenn das Salz nicht mehr raucht, wird die Lampe fortgenommen. Man erhält das Salz als kleine rothbraune Krystallschuppen auf dem Boden des Tiegels. Es zerfliefst sehr schnell an der Luft zu einem rostrothen Syrup, der, ohne getrübt zu werden, mit Wasser und wasserfreiem Alkohol verdünnt werden kann. Beim Aufkochen trübt sich die wäfsrige Auflösung, und nach Abscheidung des Nieder-

schlags enthält die Auflösung ein saures Salz, welches nach dem Abdampfen einen rothen Syrup hinterläſst, welcher scharf sauer schmeckt. Man erhält ein im Wasser lösliches basisches Salz, wenn das neutrale blaue Oxydsalz in Salpetersäure aufgelöst, und diese Auflösung bis zur Trockniſs abgedampft wird. Es bleibt dann eine rothe Salzmasse übrig, die an der Luft zerflieſst, beinahe ohne Farbe im Wasser aufgelöst wird, und in welcher die Säure mit 1½ Mal so viel Base verbunden ist, als in dem neutralen Salze. Die eine Verbindung ist $\ddot{V}\dddot{S}^2$, die andere $\dddot{V}\dddot{S}^3$.

Schwefelsaures Kali mit schwefelsaurer Vanadinsäure erhält man, wenn vanadinsaures Kali mit etwas Schwefelsäure gemengt wird, und die Auflösung der freiwilligen Abdunstung überlassen wird, wobei es erst roth, dann farblos wird, und zuletzt gelbe Körner absetzt, die aus mikroskopischen Krystallnadeln bestehen. Diese Körner sind im Wasser sehr schwerlöslich und im Alkohol unlöslich.

Salpetersaure Vanadinsäure. Verdünnte Salpetersäure löst wenig Vanadinsäure mit gelblicher Farbe auf. Wird die Auflösung bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft abgedampft, so erhält man eine rothe Masse, aus welcher das Wasser noch etwas salpetersaure Vanadinsäure auszieht.

Phosphorsaure Vanadinsäure. Wenn phosphorsaures Vanadinoxyd in Salpetersäure aufgelöst, die Lösung in der Wärme abgedunstet wird, bis daſs die Flüssigkeit roth ist, und von fortgehender Salpetersäure raucht, und sie dann langsam erkalten läſst, so schieſst daraus phosphorsaure Vanadinsäure als eine citronengelbe Rinde von kleinen, feinen Krystallkörnern an. Die erkaltete saure Mutterlauge ist farblos, giebt aber nach dem Eintrocknen noch etwas Salz. Die Säure kann von dem gelben Salze mit Wasser abgespült werden, von welchem es sehr langsam mit citronengelber Farbe aufgelöst wird.

Das Salz enthält Krystallisationswasser, nach dessen Verlust es strohgelb wird.

Wenn die Vanadinsäure unmittelbar in Phosphorsäure aufgelöst wird, so erhält man eine rothe Auflösung, die nach dem Abdunsten eine rothe, zerfliefsende Masse giebt.

Phosphorsaures Natron mit phosphorsaurer Vanadinsäure. Man erhält dieses Doppelsalz, wenn phosphorsaures und vanadinsaures Natron gemengt, und ihre Auflösung, mit Salpetersäure versetzt, bei gelinder Wärme abgedunstet werden. Die Auflösung wird dabei farblos, und setzt beim Abdunsten ein citronengelbes Salz in grofsen Körnern und Warzen ab, welche aus feinen zusammengewachsenen Krystallnadeln bestehen. Es löst sich langsam in Wasser auf, und kann von der Mutterlauge abgewaschen werden. Bleibt es lange im Wasser liegen, so wird es zu einer gelben Flüssigkeit aufgelöst, welche beim Abdampfen nicht mehr anschiefst, sondern zu einem blafsgelben Firnifs eintrocknet, der vom Wasser wieder gelöst wird.

Phosphorsaure Kieselsäure mit phosphorsaurer Vanadinsäure. Dieses in seiner Art ungewöhnliche Salz bildet sich bei den Operationen zur Bereitung der Vanadinsäure aus den gebrannten Schlacke, und lenkt die Aufmerksamkeit auf sich, weil es glänzende, feine Krystallschuppen bildet, welche, wenn die Flüssigkeit umgerührt wird, gerade so wie saures margarinsaures Natron in einer Auflösung von Seife schimmern. Nachdem ich durch die Analyse die Zusammensetzung derselben kennen gelernt hatte, glückte es mir auch sie auf die Weise zu bereiten, dafs ich phosphorsaures, vanadinsaures und kieselsaures Natron mit einander mengte und in Salpetersäure auflöste, und sodann das Ganze so weit abdampfte, dafs eine citronengelbe, grützförmige Masse übrig blieb, welche mit Wasser angerührt wurde, wobei sich schon die glänzenden Schuppen zeigten, die abfiltrirt, zwei bis

drei Mal mit eiskaltem Wasser ausgewaschen und dann zwischen Löschpapier geprefst wurden. Sie sind im Wasser ziemlich löslich; die Lösung ist gelb, und giebt beim freiwilligen Verdampfen wiederum das Salz in Krystallschuppen. Es wird schon durch geringe reducirende Ursachen leicht grün; es enthält Krystallisationswasser, nach dessen Verlust es strohgelb wird. Es besteht aus 30,0 Theilen Phosphorsäure, 39,0 Th. Vanadinsäure, 19,5 Th. Kieselsäure und 11,5 Theilen Wasser, was der Formel $\dddot{Si}^2 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}} + \dddot{V}^2 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}} + 6\dot{\bar{H}}$ entspricht. Die Analyse wurde auf die Weise bewerkstelligt, dafs das Krystallisationswasser zuerst bestimmt, und sodann das Salz in kohlensaurem Ammoniak aufgelöst wurde, wobei die Kieselsäure zurückblieb; der Ueberschufs von Ammoniak wurde darauf abgedunstet und das vanadinsaure Ammoniak vermittelst Salmiak, und endlich die Phosphorsäure durch ein Gemisch von Chlorcalcium und kaustischem Ammoniak gefällt.

Ich habe Veranlassung zu glauben, dafs noch mehrere Säuren, aufser Phosphorsäure, ähnliche Doppelsalze mit der Kieselsäure und der Vanadinsäure geben, und dafs auf diesem Umstand die Hartnäckigkeit beruht, mit welcher die Kieselsäure der Vanadinsäure in sauren Auflösungen folgt. Wenn sie manchmal durch Alkalien abgeschieden wird, und man versucht sie auszuwaschen, so vermindert sie sich und wird nach und nach aufgelöst, eben so wie die Kieselsäure, welche Wasser aus dem Fluorkiesel fällt. Sie wird übrigens sehr leicht durch das Löthrohr entdeckt.

Arseniksaure Vanadinsäure wird wie das phosphorsaure Salz bereitet, dem es in seinem Verhalten vollkommen ähnlich ist, so dafs es durch das äufsere Ansehen nicht davon unterschieden werden kann.

Oxalsäure, *Weinsäure* und *Citronensäure* werden von der Vanadinsäure zersetzt, und bilden blaue Oxydsalze. Diefs ist indessen nur eine Folge von über-

schüssiger Säure. Würde die vegetabilische Säure schnell mit Vanadinsäure gesättigt werden, so würde keine Zersetzung stattfinden, denn die Auflösung fängt mit gelber Farbe an. Ich habe oxalsaures Vanadinoxyd mit Salpetersäure oxydirt, und das Ganze darauf abgedampft; ich habe auf diese Weise ein im Wasser lösliches Salz erhalten, das zu einer gelben, extractartigen Masse eintrocknete.

Essigsäure löst keine Spur von Vanadinsäure auf; aber *Ameisensäure* löst eine geringe Menge davon auf, welche nach dem Abdunsten als eine durchscheinende, kaum gelbe Masse zurückbleibt.

c) Salze, in welchen Schwefelvanadin die Base ist.

Was diese betrifft, so habe ich es blofs ausgemacht, dafs sie existiren; ich habe aber keine besondere Untersuchung der einzelnen Salze angestellt. Man erhält sie, wenn neutrales schwefelsaures Vanadinoxyd mit einem Schwefelsalze gemengt wird. Wenn arsenikgeschwefeltes Schwefelnatrium, sowohl das neutrale als auch das basische, das heifst, $\overset{\prime}{Na}{}^2\overset{\prime\prime\prime\prime\prime}{As}$ oder $Na^3\overset{\prime\prime\prime\prime\prime}{As}$ mit einer Lösung von schwefelsaurem Vanadinoxyd gemengt wird, so wird die vorher blaue Flüssigkeit farblos, aber es entsteht kein Niederschlag. Es scheint daher, dafs das arsenikgeschwefelte Salz im Wasser löslich, und, wenigstens in der Auflösung, farblos seyn mufs. Dagegen wird schwefelsaures Vanadinoxyd vom wolframgeschwefelten Schwefelammonium gefällt. Der Niederschlag ist graubraun, und wird vom Wasser zu einer undurchsichtigen, gelbbraunen Flüssigkeit aufgelöst, welche beim Zutritt der Luft sich nach und nach trübt und eine graue Substanz absetzt, welche ich nicht besonders untersucht habe, die mir aber gröfstentheils Schwefel zu seyn schien.

B. Salze, in denen Vanadin das Radical der Säu

Diese sind theils Sauerstoffsalze, vanadinigsa vanadinsaure, theils Schwefelsalze, vanadinigsc und vanadinschweflige.

a) Vanadinigsaure Salze.

Diese Salze sind Verbindungen des Vana mit elektropositiveren Körpern als das Oxyd i habe sie bisher nur sehr wenig studirt. Im Allg kann man von ihnen sagen, dafs sie braun oder sind, dafs nur die mit Alkali zur Basis löslich Wasser, dafs diese Lösungen dunkelbraun sind überschüssigem Alkali gefällt werden, worin die nigsauren Alkalien sehr schwerlöslich sind, dafs bindungen, welche das Vanadinoxyd mit den Er Metallen eingeht, unlöslich sind in Wasser, und erhalten werden, wenn man die Salze dieser B vanadinigsaurem Kali fällt. Sie sind schwarz o kelbraun. Alle diese Verbindungen oxydiren feuchten Zustande leicht an der Luft, auch we sie unter Wasser liegen läfst, und sie verwan dabei in neutrale vanadinsaure Salze. In unmi Berührung mit der Luft werden sie oft schne allein die vanadinigsauren Salze werden nicht in lösung grün, sondern, wenn man sie ruhig ste wird die Flüssigkeit oberwärts farblos, und dief sich allmälig nach unten hin fort. Diejenigen v sauren Erden und Metalloxyde, deren vanadinsau löslich sind in Wasser, lösen sich allmälig durch tion in Wasser auf, und nach und nach schiefst nadinsaure Salz an der Innenseite des Glases z. B. ist die Flüssigkeit über dem vanadinigsaur ganoxydul farblos, aber in dem Maafse, als der schlag sich oxydirt, wird sie gelb. Der Niederso Boden nimmt mit jedem Tage ab, und in dem

schiefsen ringsum an der Innenseite des Glases schwarze Krystalle von neutralem vanadinsauren Manganoxydul an, und endlich hat man nur eine gelbe Lösung dieser Krystalle.

Vanadinigsaures Kali. Dieses Salz erhält man sehr leicht neutral und rein, wenn ein Vanadinoxydsalz oder das Vanadinchlorür gelinde erhitzt und mit kaustischem Kali in Ueberschufs versetzt wird, wobei ein Niederschlag entsteht, der sich hernach auflöst. Die stark alkalische Flüssigkeit ist schwarzbraun und undurchsichtig. Diese läfst man in einem wohl verschlossenen Gefäfse langsam erkalten, wobei das vanadinigsaure Salz in kleinen, sehr glänzenden, bräunlichen Krystallschuppen anschiefst, während die Farbe der Flüssigkeit allmälig abnimmt, so dafs sie zuletzt nur gelblich und ganz durchsichtig ist. Man spült die erhaltenen Krystallschuppen, falls man schwefelsaures Vanadinoxyd zu dem Versuche angewandt hat, mit etwas Aetzkali ab, und wäscht hernach das Kali mit Alkohol fort, worauf man die Schuppen auspreſst und im luftleeren Raume trocknet. Sie stellen nun eine braune Masse dar, welche ungefähr glänzt wie saures margarinsaures Natron, und welche sich, selbst in einem ganz offenen Gefäfse, unverändert aufbewahren läfst. Sie löst sich sehr stark und reichlich in Wasser mit brauner Farbe zu einer undurchsichtigen Flüssigkeit, aus welcher ätzendes Kali wieder die Verbindung als ein braunes Pulver fällt. Dieses löst sich bei Erwärmung in der alkalischen Flüssigkeit, und krystallisirt daraus beim Erkalten, wobei die Lauge nur eine gelbe Farbe behält.

Vanadinigsaures Ammoniak erhält man wie das Kalisalz; allein es ist vollkommen unlöslich in einer Flüssigkeit, welche eine gewisse Portion freien Ammoniaks enthält, wodurch es als ein braunes Pulver niedergeschlagen und die Flüssigkeit farblos wird. Der Niederschlag löst sich mit brauner Farbe in reinem Wasser, und wenn man die Lösung im luftleeren Raum über Chlorcalcium

abdunstet, so erhält man einen schwarzen Rü
welcher sich nicht mehr löst in Wasser.

b) Vanadinsaure Salze.

Diese Salze können bei gleicher Basis von v
dener Farbe und in mehreren Sättigungsstufen
werden. Dieses Umstandes wegen hatte es im
grofse Schwierigkeit, in Bezug auf den Sättigungs
dieser Salze zu einem sicheren Resultate zu k
Um den Leser nicht in dieselben Undeutlichkeiten
wickeln, mit denen ich bei den Versuchen zu k
hatte, werde ich zuerst meine Erfahrungen über
so gut wie augenblicklichen Farbenveränderungen
Salze vorlegen, und dann die Versuche anführen
welche der Sättigungsgrad bestimmt wurde.

Die vanadinsauren Salze mit Säureüberschu
allzeit orangeroth oder einige nur gelb, was jedoc
von den Dimensionen der Krystalle abhängt, w
gröſseren gewöhnlich immer roth sind; aber un
neutralen giebt es verschiedene, von derselben Ba
bisweilen farblos, bisweilen stark gelb sind. Die
Farbe scheint diesen Salzen ursprünglich anzug
und deshalb geben fast alle Basen mehr oder
rein gelbe neutrale Salze mit der Vanadinsäure;
verschiedene der stärkeren Basen, nämlich alle A
und alkalische Erden, die Oxyde des Zinks, Cad
Blei's, und in seiner Art auch das des Silbers, ge
ſserdem farblose Salze, ohne daſs eine Verschie
in der Neutralität der Salze eintritt. Gewöhnli
das gelbe Salz bei Erwärmung in das farblose üb
einer gewissen Temperatur, die noch nicht +1
reicht, verliert es ganz schnell seine Farbe und wi
los, es mag aufgelöst seyn oder in einer Flüssigk
gen, in der man es erwärmt. Salze, welche farbl
den können, verlieren auch die Farbe ohne Er
wenn man sie hinreichend lange sich selbst überlä

sonders wenn ein Ueberschufs von Basis zugegen ist, was bei den gelben Salzen der Alkalien nothwendig ist, wenn sie farblos werden sollen, obgleich dieser Ueberschufs nicht mit dem Salze verbunden ist, und eben so wohl aus kohlensaurem wie aus ätzendem Kali bestehen kann.

Folgendes kann als Beispiel dienen, wie es hiebei zugeht. Wenn man Vanadinsäure in ätzendem Ammoniak auflöst, durch Digestion in einer verschlossenen Flasche, so erhält man endlich eine brandgelbe Auflösung, welche doppelt vanadinsaures Ammoniak enthält. Wenn man diese Lösung abgiefst, nach dem Erkalten, mit ätzendem Ammoniak versetzt, so dafs die Flüssigkeit stark alkalisch reagirt, und sie nun in zwei Theile theilt, von denen man den einen erhitzt, bis er farblos wird, und den andern läfst wie er ist, dann beide dicht neben einander dem freiwilligen Verdunsten aussetzt, so giebt die erhitzte Lösung ein farbloses Salz und die gefärbte Lösung ein gelbes Salz. Ganz gleich wird das Resultat, wenn man die Lösungen mit Alkohol vermischt; dieser fällt aus der einen ein weifses, aus der andern ein citrongelbes Salzpulver.

Löst man das farblose vanadinsaure Ammoniak in kaltem Wasser, und fällt mit dieser Lösung eine Lösung von Chlorbaryum, so wird die Mischung bald gelb, und giebt einen gelben gelatinösen Niederschlag. Wenn man die Hälfte dieser Mischung über einer Weingeistlampe erhitzt, so wird sowohl der Niederschlag wie die Flüssigkeit augenblicklich farblos. Der gelbe Niederschlag wird es auch gewöhnlich von selbst, wenn man ihn zwölf Stunden stehen läfst. Analysirt man beide, so findet man sie ganz gleich zusammengesetzt. Es ist also klar, dafs zwischen den gelben und den farblosen vanadinsauren Salzen ein analoger Unterschied vorhanden ist, wie zwischen den Salzen von der geglühten und von der ungeglühten Phosphorsäure, d. h. sie bilden isomerische Modificationen.

Zur Bestimmung der Sättigungscapacität der
dinsäure bediente ich mich des reinen vanadinsaur
moniaks und Chlorbariums. In einem Versuch t
ich eine Lösung des ersteren in die des letzteren,
nem andern geschah das Umgekehrte. Den ein
derschlag erhitzte ich, bis er farblos ward, den
sammelte ich gelb auf; allein er wurde schon v
gänzlichen Auswaschen beinahe farblos, und beim
nen wurde er es vollständig. In beiden Fällen bl
Neutralität der Salze ungestört.

Der vanadinsaure Baryt wurde bei +60° g
net, so lange er noch am Gewicht verlor, worauf
wogen und gelinde geglüht wurde. Das noch hei
war blafsgelb, wurde aber beim Erkalten farblo
verlor dabei eine Portion chemisch gebundenes V
Sodann wurde das Salz warm in concentrirter Sc
säure gelöst, welche es mit rother Farbe aufnahm
dieser Lösung wurde so viel schwefelsaures Kali
bis die Masse sich in saures schwefelsaures Kali v
delte; mit diesem wurde das Barytsalz eine W
glühendem Flufs gehalten, dann erkalten gelassen,
dendem Wasser gelöst und die Lösung filtrirt. Der
felsaure Baryt wurde auf ein Filtrum gebracht, v
men gewaschen, geglüht und gewogen. Vergeben
suchte ich aus der rothen Lösung in Schwefelsäu
schwefelsauren Baryt rein zu fällen, es ging wed
Wasser allein, noch mit einem Zusatz von Chlor
stoffsäure; auch glückte es nicht besser nach vor
Zersetzung der Vanadinsäure durch Alkohol. In
diesen Fällen erhält man schwefelsauren Baryt, d
dem Glühen gelb wird.

1.

a) 4,604 Grm. vanadinigsauren Baryts hinter
nach dem Glühen 4,3375 Grm. wasserfreien Salze
loren also 0,2665 Grm. Wasser.

b) 4,2885 Grm. geglühten Salzes gaben 2,98

schwefelsauren Baryts, entsprechend 1,9449 Grm. Baryt, folglich 2,3436 Grm. Vanadinsäure. In dem ersten findet sich 0,20325 Grm. Sauerstoff, und in der letzteren 0,6093 Grammen. Aber 0,20325×3=0,60975.

Das Wasser in *a*), auf die analysirte Menge reducirt, beträgt etwas mehr als ein Atom, aber deutlich wegen zurückgehaltenen hygroskopischen Wassers. Das Resultat des Versuches ist 0,256 Wasser; es hätten seyn müssen 0,228.

2.

1,608 Grm. vanadinsaurer Baryt gaben 0,0895 Grm. Wasser und hinterliefsen 1,06 Grm. schwefelsauren Baryt, welche 0,69536 Grm. Baryt entsprechen, dessen Sauerstoffgehalt 0,0727 Grm. beträgt. Die Vanadinsäure =0,82514 Grammen enthält 0,2145 Grm. Sauerstoff, also drei Mal so viel als die Base; das Wasser enthält 0,0778 Grm., was also mit dem vorhergehenden Versuch übereinstimmt.

3.

1,305 Grm. farbloses vanadinsaures Ammoniak, durch Umkrystallisation gereinigt und als feines Pulver bei +60° getrocknet, wurden in einem Platintiegel geglüht, und hinterliefsen 1,0125 Grm. geschmolzener Vanadinsäure. Der Verlust von 0,2925 Grm. bestand in Ammoniak und Wasser. Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, dafs die erhaltene Menge von Vanadinsäure 0,1879 Grm. Ammoniak entspricht; daher beträgt die Menge des Wassers 0,1046 Gramm, dessen Sauerstoffgehalt mit einem unbedeutenden Ueberschufs $\frac{1}{3}$ von dem der Säure ist. Es folgt hieraus, dafs die analysirten Salze $\dot{B}a\dddot{V}+\dot{H}$ und $NH^3\dddot{V}+\dot{H}$ waren.

Die Analysen der zweifach vanadinsauren Alkalien waren bedeutend schwieriger, und gaben nie ein recht genaues Resultat, weil man beinahe auf keine Weise das Alkali in irgend einer Form frei von Vanadinsäure erhalten kann, um es zu wägen, und deshalb erhält man

immer zu viel Base und zu wenig Säure. Ich löste das geglühte Salz in Chlorwasserstoffsäure auf, versetzte die Lösung mit etwas Zucker, digerirte sie, bis dafs sie blau wurde, fällte sie mit Ammoniak, wusch den Niederschlag mit etwas Wasser, zu welchem etwas Ammoniak gesetzt worden war, erhielt aber doch noch etwas Vanadin in der abfiltrirten Flüssigkeit. Ich dampfte diese ab, rauchte den Salmiak fort und wog den Rückstand. Aber obgleich diese Analyse niemals doppelt so viel Säure auf die Base wie in den neutralen Salzen angab, so war gleichwohl der Unterschied so gering, dafs mir nicht der geringste Zweifel blieb, dafs in diesen Salzen 1 Atom Base mit 2 Atomen Säure verbunden war.

Die vanadinsauren Salze haben keinen eigenthümlichen Geschmack, der von der Säure herrührt. Wenn sie mit einer Säure vermischt werden, werden sie roth; aber diese Farbe verschwindet oft nach einiger Zeit, und wenn sie dann abgedunstet werden, so setzt sich endlich eine rothe Masse ab, welche, wenn die Menge der hinzugesetzten Säure nicht gröfser war, als zur Sättigung der Base erfordert wurde, ein Salz mit einem grofsen Ueberschufs an Säure ist. Mit Galläpfelinfusion geben sie nach einiger Zeit eine dunkle Flüssigkeit wie Dinte. Sie sind gröfstentheils im Alkohol unlöslich.

Vanadinsaures Kali. Das *neutrale* Salz ist farblos, im Wasser leicht löslich, und wird durch freiwilliges Abdunsten bis zu einem Syrup concentrirt, der nach und nach zu einer milchweifsen Salzmasse erstarrt, ohne bestimmte Krystallisation. Wenn das Salz vor dem Abdunsten einen Ueberschufs an Kali enthält, so kann dieser nun abgeschieden werden, weil das neutrale Salz im kalten Wasser schwer löslich ist, und besonders schwer löslich, wenn das Wasser alkalisch ist. Das dann ungelöste Salz gleicht einer weifsen Erde. Es löst sich langsam, aber vollkommen in reinem Wasser, und die Flüs-

sigkeit wird nach dem Abdunsten von Neuem syrupartig, ehe das Salz erstarrt. Es schmilzt ziemlich leicht; es ist gelb und durchscheinend, so lange es fliefst; es wird aber weifs, wenn es erstarrt. Vom Alkohol wird es nicht gelöst. Ich habe mehrere Versuche angestellt, um zu finden, ob auch das Kalisalz eine gelbe Modification habe; ich bin indessen bis jetzt noch zu keinem Resultat gekommen. Einmal ereignete es sich, dafs die farblose Flüssigkeit, wenn sie nahe dem Punkte der höchsten Concentration war, allmälig gelb, und das erstarrte Salz citronengelb wurde; diefs kann indessen herrühren von einer geringen Menge von zweifach vanadinsaurem Salze.

Das *zweifach vanadinsaure Kali* kann erhalten werden, wenn das neutrale Salz mit Vanadinsäure zusammengeschmolzen wird, selbst auch durch Kochen des Salzes mit Säure, aber in keinem von diesen Fällen wird dadurch die ganze Salzmasse in zweifach vanadinsaures Kali verwandelt. Ich habe gewöhnlich dieses Salz auf folgende Weise bereitet. Neutrales vanadinsaures Kali in Wasser aufgelöst (ein Ueberschufs von Alkali ist ohne schädlichen Einflufs) wurde nahe bis zum Kochen erhitzt, worauf concentrirte Essigsäure in kleinen Mengen nach und nach hinzugesetzt, und das Ganze jedesmal dabei umgerührt wurde, bis dafs der gebildete Niederschlag sich wieder aufgelöst hatte. (Wenn das Salz etwas Kieselsäure enthält, so wird diese mit der Vanadinsäure gefällt, ohne aufgelöst zu werden.) Man kann zuletzt Essigsäure im Ueberschufs zusetzen, ohne dafs ein Niederschlag entsteht. Man läfst dann die Flüssigkeit erkalten, nachdem man sie filtrirt hat, im Fall dafs sie trübe geworden ist. Sie hat nun eine dunkel orangenrothe Farbe, und setzt, wenn sie sehr concentrirt ist, ein schönes rothes Salz in kleinen Krystallen ab, die zu einer Rinde zusammengewachsen sind, welche das Gefäfs bedeckt; wenn hingegen die Flüssigkeit verdünnter gewesen ist, schiefst es in glänzende Blätter an, deren Farbe desto reiner gelb ist,

jemehr die Flüssigkeit verdünnt war, und je geringer die Menge ist, welche herauskrystallisirt. Wenn die Mutterlauge abgegossen ist, werden die Krystalle mit Weingeist von 50 Procent vom anhängenden essigsauren Kali abgewaschen. Aus der Mutterlauge kann man vermittelst Weingeist das Salz so ausfällen, daſs die Flüssigkeit farblos wird. Wenn wenig Weingeist nach und nach hinzugesetzt und gut umgerührt wird, so wird das Salz als citronengelbe, glänzende Schuppen gefällt, welche in der Flüssigkeit wie das saure margarinsaure Natron in einer Auflösung von Seife schimmern. Dieses Salz löst sich bedeutend leichter im warmen als im kalten Wasser; es zeigt indessen eine sonderbare Eigenschaft, wenn man es von Neuem im Wasser auflöst. Wenn man dazu viel Wasser anwendet, welches man, unter beständigem Umrühren, langsam erwärmt, so löst sich das Salz ziemlich leicht ohne alle Veränderung auf; nimmt man aber sehr wenig Wasser und erhitzt es z. B. in einer Metallschale über einer Weingeistlampe, so wird das Salz auf dem Boden der Schale in neutrales Salz verwandelt, das sich auflöst, und eine etwas kalihaltige Vanadinsäure bleibt ungelöst, und dieſs geschieht beinahe unvermeidlich, wenn das Salz vorher sein Krystallisationswasser verloren hat. Hierbei wird indessen nicht alles Salz zersetzt, sondern nur eine gewisse Menge desselben, so daſs die Flüssigkeit ihre Farbe behält und zweifach vanadinsaures Kali beim Erkalten absetzt. Das neutrale Salz bleibt in der Mutterlauge. Aber mit dieser Geneigtheit zur Zersetzung steht auf eine höchst merkwürdige Art folgendes Verhalten im Widerspruch: Wenn man eine concentrirte kalte Auflösung von diesem Salze im Wasser mit kaustischem Kali mengt, welches in kleinen Mengen unter Umschütteln hinzugesetzt wird, so sieht man, wenn ein gewisser Ueberschuſs hinzugekommen ist, daſs die Flüssigkeit anfängt trübe zu werden. Läſst man sie dann einige Au-

genblicke stehen, so fangen schimmernde gelbe Krystallschuppen vom zweifach vanadinsauren Kali an gefällt zu werden; und man kann auf diese Weise den gröfsten Theil des aufgelösten Salzes ausfällen. Man sollte vermuthen, dafs das kaustische Alkali schnell das Aufgelöste neutralisiren sollte; aber das geschieht nicht. Ich vermuthete natürlich, dafs, als ich diese Erscheinung zum ersten Male bemerkte, das gefällte Salz neutrales, gelbes, vanadinsaures Kali wäre, aber ich fand, dafs dessen Auflösung nicht durch Kochen farblos wurde, dafs es nach dem Schmelzen gelb war, und vom Wasser mit gelber Farbe aufgelöst wurde, dafs es nicht vom Chlorbaryum gefällt wurde u. s. w., Eigenschaften, welche das zweifach vanadinsaure Kali vom neutralen unterscheiden. Wird hingegen Kali in eine warme Auflösung getröpfelt, in welcher das Salz vom Alkali noch nicht verdrängt worden ist, so wird es in neutrales verwandelt, die Flüssigkeit verliert ihre Farbe, und es entsteht durch's Erkalten kein Niederschlag. Wird der Versuch mit einer kalten Auflösung angestellt, so ist die gefällte alkalische Flüssigkeit gelb. Ich hoffte, dafs die Fällung derselben mit Alkohol mir ein neutrales gelbes Salz geben sollte. Ich erhielt auch einen gelben Niederschlag, aber er wurde nach und nach grün in der Flüssigkeit. Diefs ist eine Folge der Wirkung des Kali's auf den Alkohol und die Säure gemeinschaftlich, und findet nur in einem unbedeutenden Grade statt, wenn die Lösung des Salzes nicht mit mehr Kali gemengt wird, als ungefähr dazu nöthig ist, die eine Hälfte der Säure zu sättigen. Aber auch in diesem Fall ist der gelbe Niederschlag hauptsächlich zweifach vanadinsaures Kali. — Das zweifach vanadinsaure Kali enthält 10,42 Procent Krystallisationswasser, dessen Sauerstoffgehalt drei Mal der der Säure ist. Wenn das Wasser in der Wärme fortgetrieben wird, so hat das zurückbleibende Salz eine ziegelrothe Farbe. Das Salz

schmilzt ziemlich leicht, hinterläſst aber kalihaltige Vanadinsäure ungelöst, wenn es von Neuem im Wasser gelöst wird.

Vanadinsaures Natron. Das neutrale Salz verhält sich dem Kalisalz vollkommen gleich. Das zweifach vanadinsaure Natron schieſst bei freiwilliger Verdunstung in groſsen durchscheinenden orangerothen Krystallen an, welche in trockner Luft ihr Krystallisationswasser verlieren, und gelb und undurchscheinend werden, ohne ihre Form zu verändern. Es ist im Alkohol unlöslich.

Vanadinsaures Lithion ist im Wasser leichtlöslich. Das neutrale Salz ist farblos, und schieſst aus einer syrupsdicken Flüssigkeit in runden Krystallgruppen an, welche aus feinen, von einem gemeinschaftlichen Mittelpunkt ausgehenden Strahlen bestehen. Das zweifach vanadinsaure Salz schieſst ebenfalls aus einer syrupsdicken gelben Lösung in groſsen orangerothen Krystallen an, welche in trockner Luft ihr Krystallisationswasser verlieren. Es ist im Alkohol nicht so unlöslich, daſs das Salz dadurch bis zur gänzlichen Farblosigkeit der Flüssigkeit gefällt werden kann, wie dieſs bei den Vorhergehenden der Fall ist.

Das *vanadinsaure Ammoniak* ist in dieser Klasse von Salzen das merkwürdigste, weil man durch dasselbe das Vanadin in einem einigermaſsen reinen Zustand erhält. Man erhält das neutrale Salz auf die Weise, daſs man eine Auflösung von einem der vorherangeführten mit Salmiak sättigt, der in einem Stücke in dieselbe gelegt und so lange darin gelassen wird, als noch etwas davon aufgelöst wird. Durch Doppelzersetzung bildet sich dann vanadinsaures Ammoniak, welches beinahe unlöslich in einer Flüssigkeit ist, die Salmiak aufgelöst enthält, und das als ein weiſses Pulver gefällt wird. Dieses Pulver wird auf ein Filtrum gebracht, zuerst mit einer Salmiakauflösung, und dann mit Alkohol von 60 Procent gewaschen, bis daſs aller Salmiak dadurch fortgenommen ist.

Das Salz wird dann in kochendem Wasser gelöst, zu welchem man etwas freien Ammoniak gesetzt hat; man läſst es dann anschieſsen, wobei es eine Rinde bildet, welche aus krystallinischen Körnern zusammengewebt ist. Man erhält es selbst durch freiwillige Verdampfung nicht gröſser oder regelmäſsiger angeschossen. Es bildet nun ein farbloses, halb durchscheinendes Salz, welches nach vollkommener Austrocknung gut vom Glase abgeht. In einer höheren Temperatur wird es auf die Weise zersetzt, daſs zuerst Ammoniak fortgeht und das Salz braun wird, dann wird die Säure zum Theil reducirt, und es entweicht ein Gemenge von Ammoniak, Stickstoffgas und Wasser, worauf vanadinsaures Vanadinoxyd übrig bleibt. Wenn indeſs das Salz in einem bedeckten Tiegel schnell einer heftigen Hitze ausgesetzt wird, so erhält man im Rückstand ein Gemenge von Suboxyd, Oxyd und vanadinsaurem Vanadinoxyd. Die Ursach hiervon ist, daſs, da das Salz bei seiner Zusammensetzung zuerst immer sauer wird, sich Ammoniak entwickelt, welches reducirend auf die schon ammoniakfreien, stark erhitzten Theile einwirkt, und daſs endlich in der Mitte ein Theil Vanadinsäure bleibt, welcher sein Ammoniak bei einer zu seiner Reduction auf das Oxyd noch nicht hinlänglichen Temperatur verloren hat, und zu dessen Reduction nun Ammoniak fehlt, weshalb er vanadinsaures Vanadinoxyd bildet. Wenn dieser Rückstand zuerst mit kaustischem Ammoniak ausgekocht, und dann in einer Säure gelöst wird, so bleibt Suboxyd ungelöst zurück. Das Ammoniaksalz ist im kalten Wasser sehr schwerlöslich. Es wird nicht nur sehr unbedeutend, sondern sehr langsam davon gelöst. Vom heiſsen Wasser wird es weit schneller gelöst, und besonders schnell vom kochenden. Wenn indessen das Wasser nicht freies Ammoniak enthält, so wird die Auflösung gelb. Dieſs rührt nicht davon her, daſs sich ein Theil der Base verflüchtigt hat, denn es findet dieſs eben sowohl statt in einer verschlossenen und

beinahe gefüllten Flasche, welche in kochendes Wasser gestellt wird; es wird auch sowohl vom Alkohol wie vom Salmiak gelb gefällt. Letzterer indessen fällt es nicht vollkommen, und wenn bei der Bereitung des Salzes ein Theil desselben von der gelben Modification ist, so wird dieser Theil wohl mit dem weifsen gefällt, aber wieder aufgelöst, wenn man den Niederschlag mit schwachem Salmiakwasser wäscht, welches doch noch so stark ist, dafs es nichts von dem weifsen Salze auflöst. Ich habe schon früher erwähnt, dafs dieses Salz 8 Procent Wasser enthält.

Das zweifach vanadinsaure Salz erhält man auf gleiche Weise wie das Kalisalz. Die Auflösung desselben ist orangenroth; es setzt sich bei freiwilliger Verdampfung in grofsen und regelmäfsigen, durchscheinenden und gelbrothen Krystallen ab, bei Erkaltung aber in kleinen und unregelmäfsigen. Es ist im Alkohol unlöslich, und wird von demselben aus seiner wäfsrigen Auflösung gefällt.

Vanadinsaurer Baryt. Das neutrale Salz ist theils gelb, theils farblos. Wenn Chlorbaryum mit einem farblosen vanadinsaurem Alkali gefällt wird, so erhält man dessen ungeachtet das gelbe Salz, das sich als eine pomeranzengelbe, gelatinöse Masse abscheidet, welche durch Erhitzung schnell zusammenfällt und weifs wird. Dasselbe geschieht von selbst nach einigen Stunden, wenn es in der Flüssigkeit gelassen wird. Man kann dabei keine Veränderung in der Neutralität bemerken. Das Barytsalz ist nicht so ganz unbedeutend löslich im Wasser; das gelbe färbt die Lösung gelb, und das weifse läfst sie farblos. Bei freiwilliger Verdunstung einer solchen Lösung bedeckt sich das Glas mit kleinen weifsen Krystallkörnern. Dieses Salz schmilzt bei vollkommener Glühhitze zu einer durchscheinenden dunkelgelbbraunen Masse, wie Colophonium, die mit rother Farbe von concentrirter Schwefelsäure aufgelöst wird. Es enthält $5\frac{1}{3}$ Proc.

Krystallisationswasser, welches es beim Glühen verliert. Es sieht gelb aus, so lange es heifs ist; beim Abkühlen wird es hingegen wiederum weifs. Man erhält das zweifach vanadinsaure Salz, wenn Chlorbaryum mit zweifach vanadinsaurem Kali gemischt und der freiwilligen Verdunstung überlassen wird, wobei das Barytsalz in kleinen gelben, im Wasser schwerlöslichen, kurzen prismatischen Krystallen anschiefst. Wenn die Lösung, statt sie der Verdampfung zu überlassen, mit kleinen Mengen Alkohol gemengt wird, bis dieselbe sich zu trüben anfängt, so schlägt sich das Salz nach einigen Augenblicken in glänzenden, citrongelben Schuppen nieder.

Vanadinsaurer Strontian. Die beiden Verbindungen desselben gleichen der des Baryts, sind indessen im Wasser noch löslicher, so dafs Chlorstrontium nicht sogleich vanadinsaures Ammoniak fällt; aber nach einer Weile schiefst es als eine weifse Rinde auf der inneren Seite des Glases an. Das saure Salz schiefst in goldgelben, glänzenden Krystallen an.

Vanadinsaurer Kalk ist noch leichtlöslicher als die beiden vorhergehenden, und kann auch selbst aus einer verdünnten Auflösung nicht durch Alkohol gefällt werden. Beim langsamen Abdunsten schiefst es aus der gemischten Lösung als eine weifse, manchmal gelbliche Rinde an. Weder die Salze der Kalkerde, noch die der Strontianerde werden gelb, wenn sie mit vanadinsaurem Alkali gemengt werden. Alle drei Erden geben basische, erst gelbe, und dann farblose Salze, welche im Wasser unlöslich sind, und die nach einiger Zeit gefällt werden, wenn die Auflösung der Erde in Wasser zu deren Auflösung gemischt wird. Das Kalkerdesalz fällt am schwersten. Das zweifach vanadinsaure Kalkerdesalz schiefst in ziemlich grofsen, pomeranzrothen Krystallen an.

Vanadinsaure Talkerde ist im Wasser sehr leichtlöslich, und wird erhalten, wenn Magnesia alba mit pulverförmiger Vanadinsäure und etwas Wasser gekocht wird.

Die Lösung ist farblos, und giebt beim freiwilligen Verdampfen einen Syrup, welcher nach und nach zu einer aus kleinen runden Krystallschuppen bestehenden Masse erstarrt, welche aus Nadeln gebildet werden, die von einem gemeinschaftlichen Mittelpunkt ausgehen. Das zweifach vanadinsaure Salz ist im Wasser schwerlöslich, wird vom Alkohol als ein gelbes Pulver niedergeschlagen, und bildet beim freiwilligen Verdunsten gelbe Blätter.

Vanadinsaure Thonerde und Beryllerde. Diese geben nur ein gelbes, neutrales, schwerlösliches und pulverförmiges Salz, welches durch Kochen nicht farblos wird, und das beim Waschen sich mit gelber Farbe löst, und zwar das Beryllerdesalz bedeutend mehr als das Thonerdesalz. Die zweifach vanadinsauren Salze verhalten sich wie die neutralen.

Vanadinsaure Yttererde. Das neutrale Salz wird mit gelber Farbe gefällt. Das zweifach vanadinsaure bleibt in der Auflösung.

Vanadinsaure Zirconerde. Schwefelsaure Zirconerde wird weder von neutralem noch von zweifach vanadinsaurem Alkali gefällt; sie färbt sich indessen gelb, selbst von dem neutralen Salze.

Vanadinsaure Thorerde. Das neutrale Salz ist gelb und wird gefällt. Es ist unlöslich, selbst wenn die Flüssigkeit gekocht wird. Das zweifach vanadinsaure ist im Wasser löslich.

Vanadinsaures Manganoxydul. Das neutrale Salz ist im Wasser mit gelber Farbe löslich; man erhält es durch Doppelzersetzung von vanadinsaurem Ammoniak mit Manganchlorür im Ueberschufs; man kann die gelbe Mischung dem freiwilligen Verdunsten überlassen, bei welcher das Mangansalz in schwarzen, kleinen Krystallen anschiefst, die ein rothes Pulver geben, und sie sich wiederum im Wasser mit gelber Farbe lösen. Es kann auch durch Alkohol als ein rostgelbes Pulver gefällt werden, wiederum im Wasser gelöst und krystallisirt werden, wo-

durch von Neuem schwarze Krystalle erhalten werden. Das zweifach vanadinsaure Salz wird vom Alkohol mit gelber Farbe gefällt; es krystallisirt indessen aus seiner gelben Auflösung in kleinen rothen Körnern, die einen Stich in's Braune haben.

Vanadinsaures Eisenoxydul. Wenn man eine Auflösung von einem Eisenoxydulsalze mit vanadinsaurem Kali mengt, so erhält man einen dunkel graubraunen Niederschlag, der dem, welcher mit vanadigsauren Salzen erhalten wird, so ähnlich ist, dafs man wohl vermuthen kann, dafs sich hier basisch vanadigsaures Eisenoxyd bildet. Auch löst er sich in Chlorwasserstoffsäure mit grüner Farbe auf. Zweifach vanadinsaures Kali giebt einen dunkelgrünen Niederschlag; nach einer Weile wird die Flüssigkeit grün und der Niederschlag grau. Nach 24 Stunden ist die Flüssigkeit wiederum gelb, und der Niederschlag grau, und hat ein krystallinisches Ansehen erhalten.

Vanadinsaures Eisenoxyd. Das, welches von einem neutralen vanadinsauren Salze zuerst aus einer Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxyd gefällt wird, löst sich wieder auf; bald darauf wird der Niederschlag beständig, die Farbe desselben ist dann strohgelb. Das zweifach vanadinsaure Salz wird auch gefällt; es hat dieselbe Farbe, erhält aber nach einiger Zeit ein krystallinisches Ansehen.

Vanadinsaures Kobaltoxyd. Das neutrale Salz ist unlöslich, strohgelb, mit einem Stich in's Rothe. Das saure ist löslich, wird aber vom Alkohol mit rostgelber Farbe gefällt.

Vanadinsaures Nickeloxyd. Sowohl das neutrale, als auch das saure Salz sind im Wasser löslich. Sie werden vom Alkohol gefällt, das erstere mit gelber, das letztere mit braungelber Farbe. Das neutrale Salz giebt nach dem Auflösen im Wasser und dem Abdunsten eine dunkelgelbe, nicht krystallisirte Masse. Das saure hinge-

gen giebt kleine dunkelgelbe Krystalle. Diese Salz
den nicht vom Ammoniak aufgelöst.

Vanadinsaures Zinkoxyd wird mit weifser
gefällt, und ist im kochenden Wasser unlöslich.
saure Salz ist löslich, und giebt beim freiwilligen A
sten durchscheinende orangenrothe Krystalle.

Vanadinsaures Cadmiumoxyd. Das neutral
wird zum Theil mit gelber Farbe aus concentrirte
lösungen gefällt; das meiste schiefst nachher zu eine
fsen Krystallrinde an. Mit der Zeit wird auch der
Niederschlag weifs. Das saure Salz ist löslich und
nicht gefällt.

Vanadinsaures Zinn. Die Salze von keinem
des Zinnes werden von vanadinsauren Salzen gefäll
neutrales Zinnchlorür, gemengt mit vanadinsaurem A
niak wird erst gelb, und wenn die Flüssigkeit 24
den gestanden hat, wird sie farblos. Mit Zinnox
bleibt sie gelb.

Vanadinsaures Bleioxyd. Das neutrale Salz
mit gelber Farbe gefällt. Aus einer Auflösung von
saurem Bleioxyd fällen auch zweifach vanadinsaure
neutrales Bleisalz, und die Flüssigkeit wird sauer.
Salz verändert nach und nach seine Farbe; nach 24
den ist es farblos und zu einem geringen Volume z
mengefallen. Es ist leicht schmelzbar. Das gesc
zene Salz ist gelb. Es ist bis zu einem gewissen
in reinem Wasser löslich, und kann nicht ausgewa
werden, ohne sich beständig zu vermindern. Es
leicht von Salpetersäure, selbst von verdünnter,
gelindes Erwärmen aufgelöst. Wenn es indessen
ner mehr concentrirten Säure gelöst, und die Lösun
zum Kochen erhitzt wird, so fällt daraus ein br
Pulver nieder, welches ein mit einem grofsen U
schufs von Säure verbundenes vanadinsaures Bleioxy
Das neutrale Salz, selbst auch wenn es frisch gefäll

noch feucht ist, wird nicht durch Kochen mit kohlensaurem Alkali zerlegt.

Das zweifach vanadinsaure Salz erhält man, wenn salpetersaures Bleioxyd mit zweifach vanadinsaurem Kali gefällt wird. Es ist pomeranzengelb und behält seine Farbe. Das Wasser färbt sich beim Abwaschen gelb davon. Es schmilzt leicht, ist nach dem Erkalten roth und krystallisirt.

Die Schwefelsäure scheidet das Bleioxyd eben so wenig vollständig von der Vanadinsäure wie die Baryterde. Um diefs zu bewerkstelligen, mufs es mit saurem schwefelsauren Kali geschmolzen werden.

Ich habe früher erwähnt, dafs das sogenannte chromsaure Blei von Zimapan nicht Chromsäure, sondern Vanadinsäure enthält. Da ich von diesem Minerale eine kleine Stufe hatte, hielt ich es für diese Untersuchungen interessant, näher die quantitative Zusammensetzung desselben auszumitteln.

Das Mineral, welches im Ganzen wohl farblos ist, aber dicht verwebt mit Eisenoxydhydrat, durch welches es bei einem flüchtigen Blick bräunlich aussieht, enthält kein chemisch gebundenes Wasser. Es wurde zuerst als sehr feines Pulver mit kohlensaurem Natron behandelt, womit es mehrere Mal bis zur Trocknifs abgeraucht wurde. In dem Natronsalz fand ich eine Spur von Arseniksäure, deren Menge von 1,3 Grm. des Minerals zu unbedeutend war, um bestimmt zu werden, und etwas Chlornatrium, aber keine Phosphorsäure. Von dem mit Natron behandelte Pulver erhielt ich durch Schmelzen mit saurem schwefelsauren Kali 1,325 Grm. schwefelsauren Bleioxyds. In einem andern Versuch erhielt ich von 1,002 Grm. 1,036 Grm. schwefelsauren Bleioxyds.

1,037 Grm. gelinde erhitzten Pulvers des Minerals wurden in lauwarmer und sehr verdünnter Salpetersäure aufgelöst, was leicht von Statten ging, und wobei 0,0075

Gramm Eisenoxydhydrat, die sichtbar mechanisch damit gemengt waren, zurückblieben. Aus der Lösung wurden durch salpetersaures Silberoxyd 0,1065 Grm. Chlorsilber gefällt, welche 0,0263 Grm. Chlor enthalten und 0,1031 Grm. Chlorblei entsprechen. Der Ueberschuſs von Silberoxyd wurde durch etwas Chlorwasserstoffsäure gefällt, die Flüssigkeit wurde abgeraucht, zuletzt mit Schwefelsäure gemengt, die Salpetersäure und die Chlorwasserstoffsäure verjagt, worauf schwefelsaures Kali hinzugesetzt und die Masse in einem Platintiegel geschmolzen wurde. Nach der Auflösung der geschmolzenen Masse in Wasser blieb schwefelsaures Bleioxyd zurück, welches, mit kochendem Wasser ausgewaschen und geglüht, 1,071 Grm. wog, welche 0,7878 Grm. Bleioxyd entsprechen. Aus der im Wasser gelösten Salzmasse fällte kaustisches Ammoniak eine nicht bemerkenswerthe Spur von Eisenoxyd und Thonerde, beide als basische Salze verbunden mit Vanadinsäure. Diese Versuche zeigen, daſs wenn die Vanadinsäure durch den Verlust bestimmt wird, das Mineral in der untersuchten Menge enthielt:

Chlorblei	{ Chlor 0,0263 Blei 0,0768 }	0,1031
Bleioxyd	0,7878 — 0,0827 =	0,7051
Vanadinsäure		0,2213
Bergart		0,0075
		1,0370.

Wie man auch dieses Resultat ansehen mag, so paſst die Menge des Bleioxyds nicht zu der der Vanadinsäure, aber da es in jeder Hinsicht zeigt, daſs das Salz basisch ist, so ist auch vermuthlich das Chlorblei basisch, und hat dieſs wie in schon bekannten Fällen die Zusammensetzung $= \mathrm{Pb}\,Ꞓ + 2\,\dot{\mathrm{Pb}}$, so sind 0,1654 Gramm von der angeführten Menge Bleioxyd mit dem Chlorblei verbunden, wonach für das vanadinsaure Salz 0,5398 Grm. übrig bleiben, deren Sauerstoffgehalt 0,0387 Grm.

eträgt. Der der Vanadinsäure ist 0,0572 Grm.; aber 87×1½=580,3, oder die Vanadinsäure hält 1½ so viel auerstoff wie das Bleioxyd, und das Salz ist daher $b^2 \dddot{V}$. In 100 Theilen besteht daher das vanadinsaure leioxyd von Zimapan aus 25,33 Th. basischem Chlorei, 74,00 Th. basisch vanadinsaurem Bleioxyd und aus 67 Th. Bergart.

Vanadinsaures Kupferoxyd ist löslich im Wasser. lkohol fällt es mit gelber Farbe. Nach der Auflösung Wasser und Abdunstung bleibt eine dunkelgelbe nicht ystallinische Masse zurück. Das saure Salz setzt sich ach und nach aus einer Mischung von schwefelsaurem upferoxyd mit zweifach vanadinsaurem Kali als eine lbe krystallinische Rinde auf der inneren Seite des Glas ab.

Vanadinsaures Uranoxyd. Sowohl die neutrale als ach die zweifach vanadinsaure Verbindung werden mit ner blafs citrongelben Farbe gefällt, die blässer ist, als ie von jedem der beiden Bestandtheile.

Vanadinsaures Quecksilberoxydul. Das neutrale Salz ird meistentheils in der Lösung zurückbehalten, wenn saletersaures Quecksilberoxydul mit vanadinsaurem Ammoiak gefällt wird. Die Flüssigkeit gleicht im Anfange einer unkelgelben Milch, aber nach einiger Zeit setzt sich ein eringer Niederschlag aus einer klaren dunkelgelben Flüsgkeit ab. Das zweifach vanadinsaure Salz wird sogleich it pomeranzrother Farbe gefällt.

Vanadinsaures Quecksilberoxyd. Das neutrale Salz ird mit rein citrongelber Farbe gefällt; die überstehende lüssigkeit ist indessen noch gelb. Das saure Salz wird elbst nicht durch Alkohol gefällt. Das vanadinsaure uecksilberoxyd wird selbst durch Glühen nicht vollstänig zersetzt. Es schmilzt und krystallisirt; wenn es inessen mit kohlensaurem Alkali gemengt wird, so destilrt bei anfangendem Glühen metallisches Quecksilber ab.

Vanadinsaures Silberoxyd. Wenn eine neutrale

Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd mit dem Pulver von vanadinsaurem Ammoniak gemengt wird, so entsteht ein gelber Niederschlag, welcher beim Umrühren nach einiger Zeit seine Farbe verliert und weifs wird. Wenn man ihn dann gelinde erhitzt, so wird er wiederum gelb, aber blässer als der zuerst gefällte. Dasselbe geschieht auch, wenn er 24 Stunden in der Flüssigkeit gelassen wird. Mit aufgelöstem vanadinsauren Ammoniak wird sie auch gelb gefällt, aber die Farbenveränderung geht nicht so sichtbar vor sich, weil der Niederschlag sehr gelatinös wird. Das saure Salz ist pomeranzengelb, schmilzt ehe es glüht, und krystallisirt durch Erkalten. Die Silbersalze sind sowohl löslich in Salpetersäure als auch im Ammoniak; das letztere löst es indessen nur im verdünnten Zustande, und ein Zusatz von concentrirtem kaustischen Ammoniak schlägt das Aufgelöste wieder mit gelber Farbe nieder. Das vanadinsaure Silberoxyd wird nicht vollkommen von Chlorwasserstoffsäure zersetzt, weder auf nassem Wege, noch wenn es in einem Strome von Chlorwasserstoffgas geglüht wird. Das Chlorsilber, welches sich bildet, enthält immer noch Vanadinsäure.

c) Grüne vanadinsaure Salze.

Wenn vanadinsaures Vanadinoxyd mit einer geringen Menge von einem Alkali verbunden wird, so erhält man ein lösliches grünes Salz, welches, wenn die Lösung einigermafsen concentrirt ist, bis zur Trocknifs abgedunstet werden kann, ohne dadurch höher oxydirt zu werden. Es ist schwer zu sagen, wie diese Salze angesehen werden sollen. Sie können einerseits für Doppelsalze von vanadinsaurer und vanadinigsaurer Base angesehen werden, möglicherweise können sie auch als untervanadinsaure Salze betrachtet werden. Eine Erfahrung, welche mit der letzteren Ansicht übereinzustimmen scheint, dafs wenn vanadinsaures Kali mit kaustischem Kali nem kleinen Ueberschufs, jedoch nicht mit so viel, dafs

'ormel $\dot{K}\ddot{V}\dddot{V}$ dargestellt werden kann; beim langsa-
Abdampfen wird sie wieder gelb, indem sie sich in
fach vanadinsaures Salz verwandelt; auch kann sie
icherweise nichts anderes seyn, als eine Verbindung
vanadinsaurem Kali mit vanadinsaurem Vanadinoxyd,
selbst auch eine bloſse Mengung. Gegen die Vor-
ing, daſs diese Salze untervanadinsaure seyn können,
et von der andern Seite die Thatsache, daſs sie durch
schüssige Basis, vorzüglich durch gelinde Hülfe von
me, auf die Weise zersetzt werden, daſs das vanadi-
ure Salz, welches in Flüssigkeiten mit einem gewissen
erschuſs von kaustischem Kali unlöslich ist, augen-
inlich mit seiner schwarzen oder dunkelbraunen Farbe
lt wird. Kohlensaure Alkalien färben sich braun ohne
s zu fällen; es wird indessen hierzu eine gewisse Menge
Alkali erfordert und gewöhnlich auch Wärme.

Diese grünen Salze krystallisiren nicht; indessen habe
doch die Ammoniakverbindung in grünen Krystallen
lten, wenn eine Auflösung von Vanadinoxydhydrat
ohlensaurem Ammoniak in einem hohen und schmalen
ıdrischen Glase dem Zutritt der Luft ausgesetzt wird,
urch schwarzgrüne, strahlige Krystalle auf dem Boden
ldet werden, durch die höhere Oxydation des Vanadin-
ls. Von den grünen Salzen sind nur die mit alkali-
r Base löslich im Wasser. Von den andern Basen wer-
sie gewöhnlich mit mehr oder minder dunkelgrüner
be gefällt. Ihre verdünnten Auflösungen werden beim

Zutritt der Luft schnell zu vanadinsauren Salzen oxydirt, und werden gelb oder farblos.

d) Schwefelsalze.

Ich habe dieselben nur wenig studirt, und kann beinahe nur sagen, dafs sie existiren.

Die *vanadingeschwefelten Salze* mit alkalischer Base sind im Wasser mit einer Farbe löslich, die dem englischen Porter gleicht. Sie können aus den Sauerstoffsalzen durch Zersetzung mit Schwefelwasserstoffgas mit wasserstoffschwefligem Schwefelammonium, oder durch die Auflösung der Vanadinsäure in wasserstoffschwefligen Basen erhalten werden, oder auch wenn vanadinhaltige Substanzen mit kohlensaurem Kali und Schwefel geschmolzen werden, worauf das vanadingeschwefelte Salz, welches sich bildet, vom Wasser aufgelöst wird. Letztere Methode ist sehr gut anzuwenden, um Vanadin aus verschiedenen Verbindungen auszuziehen. Aus den Lösungen derselben in Wasser fällen Säuren Vanadinschwefel, mit einer gewissen Menge von Base verbunden, wenn nicht der Ueberschufs der Säure einigermafsen hinreichend gewesen ist. Man mufs es vermeiden, wenn man diese Salze anwenden will, um das Vanadin auszuziehen oder abzuscheiden, Chlorverbindungen damit zu mengen, denn Chlorwasserstoffsäure zersetzt sie im Fällungsaugenblick, und die Flüssigkeit wird beinahe immer blau; was dagegen mit Schwefelsäure selten, bis zu einem bemerkenswerthen Grade der Fall ist. Das vanadingeschwefelte Schwefelkalium wird aus seiner wäfsrigen Auflösung durch Alkohol mit einer ziemlich schönen dunkeln Zinnoberfarbe gefällt, welche durch Waschen und durch Zusammensinken des Niederschlags in's Braune übergeht. Es wird vom Wasser gelöst, und die Lösung im luftleeren Raume abgedunstet, giebt eine schwarzbraune, erdförmige, nicht im mindesten krystallinische Masse, welche wiederum vollständig löslich im Wasser ist. — Wenn Vanadinsäure

im wasserstoffschwefligen Schwefelammonium aufgelöst und diese Lösung schnell abgedunstet wird, so erhält man einen weifsgrauen Niederschlag, welcher ein Gemenge von Schwefel und vanadingeschwefeltem Schwefelammonium ist, mit Ueberschufs an Vanadinschwefel, und welches bei trockner Destillation Wasser, Schwefel und Schwefelammonium giebt. Mit den Radicalen der alkalischen Erdarten erhält man vanadingeschwefelte Salze, welche aus concentrirten Flüssigkeiten gefällt werden, die indessen etwas löslich im Wasser sind und krystallisirt erhalten werden können.

Die *vanadiniggeschwefelten Salze* zeichnen sich durch eine purpurrothe Farbe in ihren Auflösungen aus, welche an Schönheit mit der der übermangansauren Salze wetteifert. Die mit den alkalischen Erdarten sind schwerlöslich, braun, mit einem Stich in's Purpurfarbene. Um diese Salze mit ihrer richtigen Farbe zu erhalten, werden Vanadinoxydsalze erfordert, welche nicht Vanadinsäure oder irgend ein Metalloxyd enthalten, so wie wasserstoffgeschwefelte Salze, welche frei von einem Ueberschufs an Schwefel sind, das heifst, die frisch bereitet sind.

II. *Betrachtungen über die Polarisation des Lichts;*
von A. Fresnel.

[Da der folgende Aufsatz ohne den gegenwärtigen unverständlich bleiben würde, auf diesen auch schon zu verschiedenen Malen in dies. Annalen (Bd. XII (88) S. 389 und Bd. XXI (97) S. 282) hingewiesen worden ist, so habe ich ihn, seiner Wichtigkeit wegen (denn noch die neueren Untersuchungen von Brewster in dies. Ann. Bd. XIX (95) S. 259, 281, 518, und Bd. XXI (97) S. 219 stützen sich zum Theil auf ihn) hier wörtlich aufgenommen. Er ist bereits vor zehn Jahren in den *Annales de chimie et de physique, T. XVII p.* 179 *et* 312 bekannt gemacht, hat aber, gleich vielen anderen Arbeiten aus diesem und ähnlichen Gebieten der exacten Physik, das unverdiente Schicksal gehabt, in den deutschen physikalischen Journalen damaliger Zeit ganz unbeachtet geblieben zu seyn. *P.*]

Als ich mich mit der Abfassung meiner ersten Abhandlung über die Färbung der Krystallblättchen beschäftigte (im September 1816), bemerkte ich, daſs die polarisirten Lichtwellen auf einander wirkten wie Kräfte, deren Richtungen in den Polarisationsebenen und senkrecht gegen die Strahlen lägen, weil diese Wellen einander nicht schwächten oder verstärkten, wenn die Polarisationsebenen unter sich senkrecht waren, und weil zwei Wellensysteme, ganz unabhängig von einem Unterschiede in den durchlaufenen Wegen, einen Gegensatz darboten, sobald ihre anfangs vereinigten Polarisationsebenen aus einander wichen, und nach einer Drehung von 180° wieder zusammenfielen. Hr. Ampère, dem ich diese Ergebnisse der Erfahrung mitgetheilt hatte, machte dieselbe Betrachtung in Bezug auf den Gegensatz, der aus der Drehung der Polarisationsebene erfolgte. Wir beide fühlten, daſs diese Erscheinungen sich mit gröſster Einfachheit erklären lieſsen, wenn man annähme, die Oscillationsbewegungen

der polarisirten Wellen gingen nur in der Ebene dieser Wellen vor sich. Allein was wird dann aus den Longitudinal-Schwingungen in Richtung des Strahls? Werden sie durch den Act der Polarisation zerstört, und erscheinen sie nicht eher wieder, als bis das polarisirte Licht unter schiefen Winkeln von einer Glasplatte zurückgeworfen oder gebrochen ist?

Diese Schwierigkeiten schienen mir so grofs, dafs ich unsere erste Idee aufgab, und die Voraussetzung von Longitudinal-Oscillationen in den polarisirten Strahlen beibehielt, jedoch mit der gleichzeitigen Annahme von transversalen Bewegungen, da es ohne diese mir unmöglich schien, die Polarisation und das Nichtaufeinanderwirken unter sich rechtwinklig polarisirter Strahlen zu begreifen. Erst seit einigen Monaten, bei reiflicherem Nachdenken über diesen Gegenstand, erschien es mir sehr wahrscheinlich, dafs die Oscillationsbewegungen der Wellen, des gewöhnlichen wie des polarisirten Lichts, alleinig in Richtung der Ebene dieser Wellen geschähen. Ich kann hier nicht in das Detail der Rechnungen über die verschiedenen Combinationen longitudinaler und transversaler Bewegungen eingehen, die mich zu dieser Folgerung geführt haben, und werde mich daher blofs bemühen zu zeigen, dafs die Hypothese, welche ich aufstelle, nichts physisch Unmögliches an sich hat, und dafs sie, mittelst sehr einfacher mechanischer Betrachtungen, schon dazu dienen kann, die Haupteigenschaften des polarisirten Lichts zu erklären.

Die Mathematiker, welche sich mit den Vibrationen elastischer Flüssigkeiten beschäftigten, haben als beschleunigende Kraft, wie ich glaube, nur den Condensations- und Dilatations-Unterschied der auf einander folgenden Schichten betrachtet. Ich sehe wenigstens nichts in ihren Gleichungen, was z. B. anzeigte, dafs eine unbegrenzte Schicht, beim Verschieben zwischen zwei anderen, diesen Schichten Bewegung mittheilte, und es ist also klar, dafs

in dieser Beziehung ihre Gleichungen nicht Alles sagen, was wirklich geschieht. Diefs rührt daher, dafs sie mathematisch die elastischen Fluida darstellen als Vereine kleiner *neben einander liegender* Differential-Elemente, die der Condensation und Dilatation fähig sind; während in der Natur die elastischen Flüssigkeiten ohne Zweifel aus materiellen Punkten bestehen, die in Bezug auf ihre Dimensionen durch mehr oder weniger beträchtliche Zwischenräume getrennt sind. Man denke sich in einer Flüssigkeit neben einander drei parallele unendlich lange Reihen von so gelagerten materiellen Punkten. Nimmt man zwischen diesen Molecülen ein gewisses Repulsionsgesetz an, so werden sie, im Zustande des Gleichgewichts und der absoluten Ruhe, sich regelmäfsig ordnen, und demgemäfs in den drei Reihen gleiche Abstände zwischen sich lassen; auch werden die Molecüle der inmitten liegenden Reihe, wie ich annehme, genau den Mitten der Abstände zwischen den Molecülen der beiden äufseren Reihen entsprechen. Ich gebe diese besondere Anordnung nur, um die Ideen zu fixiren; denn es ist klar, dafs sie nicht nach allen Richtungen stattfinden kann. Allein, welche Reihen man auch in dem elastischen Mittel betrachte, immer werden ihre materiellen Punkte sich so gegen einander stellen, dafs daraus ein stabiles Gleichgewicht hervorgeht. Nehmen wir also an, dafs dieser Bedingung genügt worden sey. Verschiebt man nun die mittlere Reihe, in ihrer eigenen Linie und, in Bezug auf den Abstand zweier benachbarten Molecüle, um eine sehr geringe Gröfse, und läfst sie darauf los, so werden die materiellen Punkte wieder in ihre frühere Lage zurückkehren (unabhängig von dem, was an den Enden der als unendlich gedachten Reihe vorgeht) *) und diefs- und

*) Da die Lichtwellen in senkrechter Richtung gegen den Strahl niemals die hier, zur Vereinfachung der Schlufsfolgen angenommene, unbegränzte Länge darbieten, so könnte man fragen, ob diese transversalen Bewegungen sich nicht merklich über das Ende

jenseits derselben oscilliren, wie ein aus der Verticallinie abgelenktes Pendel. Hätte man aber die Molecüle so weit von ihrem Ausgangspunkt entfernt, dafs sie den Molecülen der beiden andern (als unbeweglich gedachten) Reihen genau gegenüber zu stehen kommen, so erfolgt daraus ein neues Gleichgewicht. Verschiebt man die mittlere Reihe noch weiter, bis ihre materiellen Punkte aufs Neue den Mitten der Abstände zwischen den andern Punkten entsprechen, so gelangt sie zum dritten Mal in einen Gleichgewichtszustand, der dem ersten ähnlich ist. Fährt man fort sie weiter in derselben Richtung zu verschieben, so sieht man, dafs sie bei jedem halben Zwischenraum der Molecüle in Gleichgewicht ist, und nur in den intermediären Lagen die Wirkung der verzögernden Kräfte erfährt, die, nach jedem kurzen Zeitraum, durch die nachfolgenden beschleunigenden Kräfte aufgehoben wird.

Es ist sehr möglich, dafs die Fluidität eines Körpers davon herrührt, dafs hier, vermöge der grofsen Dissemination seiner Molecüle, diese verschiedenen Gleichgewichtslagen einander viel näher liegen als in starren Körpern, so dafs die verzögernde Kraft, welche dahin strebt, das System in seinen ersten Zustand zurückzuführen, nur eine sehr kurze Zeit wachsen, und daher niemals eine grofse Intensität erlangen kann. Handelt es sich indefs nur um sehr kleine Verschiebungen in Bezug auf die Intervalle zwischen zwei benachbarten Molecülen, so kann begreiflicherweise die retardirende Kraft in einem Fluidum eben so stark und sogar stärker werden als in einem starren Körper. Solche sehr kleine Verschiebungen in den Schich-

der Wellen hinaus fortpflanzten. Ohne Zweifel können sie an den Enden nicht plötzlich erlöschen; allein es ist leicht zu sehen, dafs in einer Entfernung, die in Bezug auf die Länge einer Lichtundulation ein wenig grofs ist, die entgegengesetzten Oscillationen, welche von den verschiedenen Theilen des Wellensystems dahin gelangen, sich gegenseitig aufheben müssen.

ten des Aethers und der durchsichtigen Körper sind es aber blos, welche nach der von mir jetzt angenommenen Hypothese die Lichtschwingungen ausmachen *).

Um die Ideen zu vereinfachen und um deutlicher die Natur der Gleichgewichtskräfte, von denen ich reden wollte, zu erklären, habe ich angenommen, daſs die Schichten an beiden Seiten der mittleren Schicht in Ruhe bleiben, während diese der Länge nach verschoben werde. Offenbar ist der Vorgang anderer Art, denn eine Schicht kann sich nicht verschieben, ohne daſs sie nicht die benachbarten Schichten in Bewegung setzt. Der Grad der Schnelligkeit, mit den sich die Bewegung fortpflanzt, hängt ab von der Stärke der beschleunigenden Kraft, welche die anliegenden Schichten in dieselben relativen Lagen zurückzuführen strebt, und von den Massen dieser Schichten, gleichwie die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schallwellen in der Luft (wie man sie sich gewöhnlich denkt) abhängt von dem Verhältniſs der Dichtigkeit der Luft und des Widerstandes, welcher der Compression entgegenwirkt. Es ist klar, daſs man auf diese neuen gegen die Strahlen senkrechten Oscillationen dieselbe Schluſsfolge und dieselben Rechnungen anwenden kann, wie auf die, wo die

*) Wenn die Molecüle durchsichtiger Körper, wie es mir wahrscheinlich ist, Theil nehmen an den Schwingungen des Aethers, von dem sie allseitig umgeben sind, so müssen die Kräfte, welche durch die Verschiebungen der den Wellen parallelen Schichten des Mittels entwickelt werden, weit stärker seyn als die, welche die Schallwellen in denselben Mitteln fortpflanzen, in Bezug auf die Masse der Schichten, die diese und jene in Bewegung setzen, weil die Schnelligkeit der Fortpflanzung des Lichts so unvergleichlich gröſser ist als die des Schalls. Allein, dieſs kann davon herrühren, daſs die Verschiebungen, welche die Schallwellen constituiren, zwischen Theilchen einer weit zusammengesetzteren Ordnung, zwischen weit dickeren Schichten als den die Lichtschwingungen ausmachenden stattfinden, und daſs die ersteren Verschiebungen in Bezug auf die Massen der von ihnen in Bewegung gesetzten Schichten keine so mächtige beschleunigende Kräfte entwickeln.

Oscillationsbewegung in Richtung der Fortpflanzung geschieht. Das Interferenzprincip und alle Folgerungen, welche daraus Thomas Young zur Erklärung mehrerer optischen Erscheinungen abgeleitet hat, so wie die Formeln, mittelst deren ich die Diffractionsgesetze dargestellt habe, erklären sich durch diese neue Hypothese eben so gut, wie durch die früher von mir angenommene.

Nachdem ich die Möglichkeit solcher Vibrationen in einem Fluidum gezeigt habe, bleibt mir noch zu erklären, wie es geschehen könne, dafs die Molecüle desselben keine merklichen Oscillationen anders als in der Fläche der Wellen, senkrecht auf den Strahlen erleiden. Hiezu braucht man nur zwischen den Molecülen ein solches Abstofsungsgesetz anzunehmen, dafs die Kraft, welche sich der gegenseitigen Näherung zweier Flüssigkeitsschichten widersetzt, weit gröfser sey als die, welche das Verschieben einer Schicht gegen die andere hemmt, und dann bedarf es nur der Annahme, dafs die Oscillationen des kleinen starren Körpers, welche die Flüssigkeit in Vibrationen setzen, eine Geschwindigkeit besitzen, die unendlich geringer ist als die, mit welcher sich die Condensationen und Dilatationen in der Flüssigkeit fortpflanzen. Und wirklich ist in der Annahme: die Gleichheit der Spannung stelle sich hier, wegen des grofsen Widerstandes bei der Compression, mit einer aufserordentlichen Schnelligkeit wieder her, einzusehen, dafs bei dem langsameren Gang des oscillirenden Körperchen das statische Gleichgewicht in jedem Augenblick wieder eintritt zwischen diesem Körper und der vorderen Flüssigkeitsschicht, die er durch seine Annäherung zu condensiren strebt, und der hinteren, die er durch sein Entfernen zu dilatiren sucht; und daraus sieht man, dafs die Hauptbewegungen der Molecüle aus einer oscillatorischen Circulation um das oscillirende Körperchen bestehen. Diese Bewegung theilt sich nach einander allen concentrischen Schichten mit, wobei sie schwächer wird und sich regulirt

in dem Maafse als sie sich vom Mittelpunkt der Erschütterung entfernt, so dafs in einem kleinen Abstande die Aethermolecüle keine merklichen Oscillationen anders als in der Fläche der Wellen vollbringen. Diefs ist meines Erachtens die Idee, welche man sich von der Natur der Lichtwellen machen mufs, wenn man sich von den verschiedenen Erscheinungen, die sie hervorbringen, namentlich von der Polarisation und der Doppelbrechung Rechenschaft geben will.

Ich mufs hier bemerken, dafs eine Stelle in einem Briefe des Hrn. Young, vom 29. April 1818, welcher mir von Hrn. Arago mitgetheilt wurde, zu meinem Zweifel an dem Daseyn longitudinaler Oscillationen beigetragen hat. Hr. Young schlofs aus den von Brewster entdeckten optischen Eigenschaften der zweiaxigen Krystalle, dafs die Undulationen des Aethers wohl mit denen eines ausgespannten Seils von unendlicher Länge verglichen werden und sich auf gleiche Weise wie diese fortpflanzen könnten. Ohne Zweifel ist eine grofse Analogie zwischen dieser und meiner Definition von den Lichtwellen da. Allein, ich glaube nicht, dafs Hr. Young gezeigt habe, wie man eine solche Abhängigkeit zwischen den Molecülen des Aethers mit dessen Fluidität vereinbaren und darin die Erzeugung von Oscillationen, die nicht in der Fortpflanzungslinie liegen, begreifen könne. Das aber gerade war die Schwierigkeit, die mich bisher in Verlegenheit setzte, und verhinderte, meine erste Idee festzuhalten. Nichtsdestoweniger mufs ich einräumen, dafs Hr. Young, wenn er auch die Möglichkeit einer solchen Eigenschaft elastischer Flüssigkeiten nicht erklärt, sie doch zuerst bestimmt ausgesprochen hat.

Wenn die Polarisation eines Lichtstrahls darin besteht, dafs seine Vibrationen sämmtlich nach *einer* Richtung geschehen, so folgt aus meiner Hypothese über die Erzeugung der Lichtwellen, dafs ein Strahl, der von ei-

nem einzigen Erschütterungs-Mittelpunkt ausgeht, nach einer bestimmten Zeit immer nach einer gewissen Ebene polarisirt ist. Einen Augenblick hernach ändert sich aber die Richtung der Bewegung, und mit ihr die der Polarisationsebene. Diese Veränderungen folgen einander so schnell wie die Störungen in den Vibrationen des leuchtenden Theilchens, so daſs, selbst wenn man das von einem Punkte ausflieſsende Licht von dem anderer Punkte absondern könnte, man ohne Zweifel doch keine Polarisation daran wahrnehmen würde. Betrachtet man nun die vereinte Wirkung aller Wellen, welche von den verschiedenen Punkten eines leuchtenden Körpers ausgehen, so wird man einsehen, daſs, in jedem Augenblicke und an einem bestimmten Punkte des Aethers, die Endresultante aller sich hier kreuzenden Bewegungen eine bestimmte Richtung hat, daſs aber diese Richtung sich mit jedem Augenblick verändert. So kann das directe Licht betrachtet werden als eine Vereinigung, oder, genauer genommen, als eine rasche Folge von Wellensystemen, die nach allen Richtungen polarisirt sind. Zufolge dieser Betrachtungsweise besteht der Act der Polarisation nicht in der Hervorbringung dieser transversalen Bewegungen, sondern in deren Zersetzung nach zwei unveränderlichen unter sich rechtwinkligen Richtungen und in der Trennung beider Componenten von einander; denn alsdann geschehen, in jeder derselben, die Oscillationsbewegungen immer nach der nämlichen Ebene.

Wenden wir diese Ideen auf die Doppelbrechung an, und denken uns einen einaxigen Krystall als ein elastisches Mittel, in welchem die beschleunigende Kraft, die aus der Verschiebung einer auf der Axe senkrechten Reihe von Molecülen gegen die anliegenden Reihen entspringt, gleich ist rings um die Axe; während die mit der Axe parallelen Verschiebungen beschleunigende Kräfte von anderer Stärke hervorbringen, stärkere, wenn der Kry-

stall repulsiv ist (um mich des üblichen Ausdrucks zu bedienen) und schwächere, wenn er attractiv ist *). Da das unterscheidende Kennzeichen der ordentlich gebrochenen Strahlen darin besteht, daſs sie sich nach allen Richtungen mit gleicher Geschwindigkeit fortpflanzen, so muſs man annehmen, daſs die Oscillations-Bewegungen senkrecht geschehen gegen die Ebene, welche durch diese Strahlen und die Axe des Krystalls gelegt wird; denn alsdann werden, da die Verschiebungen immer senkrecht gegen die Axe geschehen, zufolge der Hypothese, immer gleiche beschleunigende Kräfte entwickelt. Allein, nach dem Sinn, den man gewöhnlich mit dem Ausdruck *Polarisationsebene* verbindet, ist die Ebene, von der wir sprechen, gerade die Polarisationsebene der ordentlichen Strahlen; mithin geschieht in einem polarisirten Lichtbündel die Oscillations-Bewegung *senkrecht* gegen die sogenannte *Polarisationsebene.*

Da die Oscillationen der ordentlichen Strahlen senkrecht gegen die durch die Axe gelegte Ebene geschehen, so werden die Oscillationen der auſserordentlichen Strahlen parallel seyn dieser Ebene, und, wohl verstanden, immer senkrecht auf den Strahlen. Man sieht dann, daſs in dem Maaſse, als die Strahlen ihre Neigung gegen die Axe ändern, auch die Richtung der Oscillations-Bewegung sich ändert, und daſs sie der Axe parallel ist, wenn die Strahlen senkrecht auf dieser stehen, und daſs sie senkrecht gegen die Axe ist, wenn die Strahlen parallel mit dieser sind. Im letzteren Falle werden die ordentlichen und die auſserordentlichen Strahlen gleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit besitzen. Allein, da für alle übrigen Richtungen dieser letz-

*) Ich nehme die Krystalltheilchen und die Räume zwischen ihnen als unendlich klein an gegen die Länge einer Lichtundulation, und denke mir hier diese Theilchen und den sie umgebenden Aether als gemeinschaftlich ein homogenes Mittel bildend. Dieser mathematische Begriff ist auf undurchsichtige oder trübe Körper nicht anwendbar, kann indeſs in vielen Fällen die mechanischen Effecte durchsichtiger Körper auf das Licht mit einer hinlänglichen Annäherung darstellen.

teren die kleinen Verschiebungen der Molecül-Reihen nicht mehr senkrecht gegen die Axe geschehen, so können die daraus entstehenden beschleunigenden Kräfte, und mithin die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten nicht mehr gleich seyn. Dieser Unterschied nimmt schrittweise zu, bis die Oscillations-Bewegung parallel ist der Axe, wo sie dann ihr Maximum erreicht.

Betrachten wir, zur Vereinfachung der Ideen, diesen besonderen Fall, und nehmen wir an, dafs eine parallel der Axe geschnittene Krystallplatte senkrecht gegen den einfallenden Strahl gestellt werde, so dafs das durchgehende Licht senkrecht gegen die Axe zu stehen kommt. Nehmen wir überdiefs an, dafs der einfallende Strahl polarisirt sey nach einer Ebene, die den Winkel i mit dem Hauptschnitt des Krystalls macht; seine Oscillationen werden senkrecht gegen diese Ebene seyn. Diefs gesetzt, kann man, vermöge des Princips der Zusammensetzung und Zerlegung kleiner Bewegungen, sich jede Oscillations-Bewegung der einfallenden Wellen in zwei andere zerlegt denken, eine senkrecht und die andere parallel gegen den Hauptschnitt; die ersteren Componenten werden die gewöhnlichen Wellen hervorbringen, und die andern die, welche die ungewöhnliche Brechung erleiden.

Nimmt man nun zur Einheit den gemeinschaftlichen Factor, welcher alle Oscillations-Geschwindigkeiten der verschiedenen Schichten der in den Krystall eintretenden Welle multiplicirt, so wird $\cos i$ der gemeinschaftliche Factor der ersten Componenten oder die Intensität ihrer absoluten Geschwindigkeit seyn, und $\sin i$ die der andern Componente. Und da die Lichtintensitäten proportional sind den lebendigen Kräften, so werden die Intensitäten der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen sich zu einander wie $\cos^2 i$ zu $\sin^2 i$ verhalten. Hier haben wir also eine recht einfache mechanische Erklärung des Malus'schen Gesetzes. Da die Oscillationen dieser beiden Wellensysteme unter sich rechtwinklich sind, so

geschehen sie in dem Krystall auf eine von einander unabhängige Weise. Und da die beschleunigenden Kräfte, welche aus den kleinen Verschiebungen der Molecüle des Mittels parallel und senkrecht gegen die Axe von ungleicher Stärke sind, so werden die beiden Wellensysteme sich auch mit ungleichen Geschwindigkeiten fortpflanzen, und die Entfernung zwischen ihren correspondirenden Punkten wird desto beträchtlicher, je tiefer sie in den Krystall eindringen.

Wenn es directes Licht ist, welches man auf den Krystall fallen läfst, so kann man auf die verschiedenen Systeme polarisirter Wellen, aus denen es besteht, dasselbe anwenden, was eben von einem einzigen gesagt ist. Ein jedes theilt sich auf gleiche Weise in gewöhnliche und in ungewöhnliche Wellen, deren Intensitäten im Allgemeinen ungleich sind. Allein da, wegen der Vielheit der möglichen Fälle, am Ende eben so viel Licht nach einer Ebene, als nach einer darauf senkrechten Ebene polarisirt seyn mufs, so werden die gewöhnlichen und die ungewöhnlichen Strahlen gleiche Intensität besitzen.

Ich werde mich nicht dabei aufhalten, nach dieser Idee über die Lichtwellen die von Arago und mir an polarisirten Strahlen entdeckten Eigenschaften im Detail zu erklären. Man begreift, weshalb Strahlen, die rechtwinklig gegen einander polarisirt sind, nicht auf einander einwirken, d. h. durch ihre Vereinigung immer Licht von gleicher Intensität hervorbringen, welch ein Unterschied in den von ihnen durchlaufenen Wegen auch da ist, nämlich deshalb, weil, vermöge der Senkrechtheit ihrer Oscillationen, das Quadrat der Resultante von den beiden absoluten Geschwindigkeiten, die jedem Punkt des Aethers eingeprägt werden, immer gleich ist der Summe der Quadrate ihrer beiden Componenten, und weil demnach die Summe der lebendigen Kräfte des resultirenden Wellensystems immer gleich ist der Summe der lebendigen Kräfte der Componenten, wie viel auch der Unterschied in

den durchlaufenen Wegen betrage. Eben so leicht ist der Grund der Regel einzusehen, welche ich, bei Berechnung der in Krystallblättchen erzeugten Farben, gegeben habe, um zu wissen, wann man, in Folge der Drehung der Polarisationsebenen, eine halbe Undulation zulegen müsse zu dem Unterschiede zwischen dem durchlaufenen Wege.

Ich wünschte, dafs ich durch die Zusammensetzung der Oscillations-Bewegungen in jedem Punkte im Detail zeigen könnte, wie die beiden Wellensysteme einfachen Lichts, welche zu einem Krystallblättchen hinaustreten, *durch ihre Vereinigung* wirklich ein nach der ursprünglichen Polarisationsebene polarisirtes Wellensystem geben, sobald der Unterschied in den durchlaufenen Wegen entweder Null ist, oder eine gerade Anzahl halber Undulationen, und dagegen ein nach dem Azimuth $2i$ polarisirtes, sobald dieser Unterschied gleich ist einer ungeraden Anzahl halber Undulationen; weshalb ferner das totale Licht in den intermediären Fällen nur eine partielle Polarisation zeigt, und, sobald der Unterschied in den durchlaufenen Wegen gleich ist einer ganzen und ungeraden Anzahl von Viertel-Undulationen, sogar völlig depolarisirt erscheint, wenn zugleich der Hauptschnitt des Blättchens 45° mit der ursprünglichen Polarisationsebene macht *); allein es scheint mir nöthiger hier Einiges zu sagen über die Formeln für die Intensität des Lichts, das unter schiefen Winkeln von durchsichtigen Körpern reflectirt wird, Formeln, zu denen ich durch dieselben Ideen geleitet worden bin.

Man kann das directe Licht, welches auf die reflectirende Fläche fällt, immer in zwei Bündel von gleicher

*) Eine merkwürdige Folgerung aus der Zusammensetzung der Oscillationen im letzteren Falle ist: dafs in dem resultirenden Wellensysteme die Aethertheilchen, statt zu oscilliren, sich um ihre Gleichgewichtslagen mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit drehen.

Intensität theilen, von denen der eine nach der Reflexionsebene, und der andere senkrecht gegen dieselbe polarisirt ist. Bis jetzt habe ich noch keine allgemeine Formel für die Reflexion des letzteren aufgefunden. Allein es ist leicht das Intensitätsverhältnifs zwischen beiden Bündeln zu bestimmen durch die blofse Ablenkung der Polarisationsebene eines Strahls, der ursprünglich nach dem Azimuth 45° polarisirt und unter gleicher Incidenz wie der directe Lichtstrahl reflectirt worden ist. Denn das nach dem Azimuth 45° polarisirte Wellensystem läfst sich zerfällen in zwei andere gleich starke Wellensysteme, von denen eins parallel, und das andere senkrecht gegen die Reflexionsebene polarisirt ist, und welche in ungleichem Verhältnifs von dem durchsichtigen Körper reflectirt werden. Diese Verhältnisse sind genau dieselben wie bei den beiden Bündeln, aus denen das gewöhnliche Licht besteht. Drückt man die Intensität des Wellensystems nach seiner Reflexion durch *eins* aus, so werden im Allgemeinen die Lichtintensitäten der beiden Componenten durch $\sin^2 s$ und $\cos^2 s$ ausgedrückt, und es ist leicht zu ersehen, dafs der Winkel s das Azimuth der Polarisationsebene des reflectirten Wellensystems seyn wird. Hat man demnach den Winkel s durch Versuche für jede besondere Incidenz bestimmt, und kennt man für den nach der Einfallsebene polarisirten Lichtbündel die Menge des reflectirten Lichts, so reicht es hin sie mit $\tang^2 s$ zu multipliciren, um den andern reflectirten Lichtbündel zu haben. Ich werde jetzt zeigen, wie man, für den nach der Reflexionsebene polarisirten Strahl, die Intensität des unter irgend einer Incidenz reflectirten Lichts berechnen kann.

Diese Rechnung wird hier dadurch erleichtert, dafs die Oscillationen, da sie alsdann senkrecht sind auf der Reflexionsebene, gleiche Richtung haben in dem einfallenden, im reflectirten und im gebrochenen Strahl. Es sey m die Masse eines Differential-Elements des ersten Mittels

tels, welches beim Verschieben in seiner eigenen Reihe, das benachbarte Differentialelement m' des reflectirenden Mittels in Bewegung setzt, welches Mittel ich von gleicher Elasticität annehme. Im ersten Augenblick war m' in Ruhe, und m hatte die Geschwindigkeit v; einen Augenblick hernach haben beide Elemente dieselbe Geschwindigkeit, und alsdann hält die Verschiebung des ersteren gegen das zweite ein; allein vermöge der bewirkten Verschiebung mufs das erste hernach in umgekehrter Richtung den ganzen Theil der ursprünglichen Geschwindigkeit, den es verloren hat, wieder erhalten *). In dem besagten Augenblick war die gemeinschaftliche Geschwindigkeit der beiden Elemente:

$$\frac{mv}{m+m'};$$

mithin ist die von m verlorene Geschwindigkeit:

$$v-\frac{mv}{m+m'} \text{ oder } \frac{m'v}{m+m'},$$

und folglich die definitive Geschwindigkeit von m:

$$v\left(\frac{m-m'}{m+m'}\right).$$

Nimmt man also die Intensität der absoluten Geschwindigkeiten in der einfallenden Welle zur Einheit, wird

$$\frac{m-m'}{m+m'}$$

die Oscillations-Intensität in der reflectirten Welle, und

$$\left(\frac{m-m'}{m+m'}\right)^2$$

ihre Lichtintensität seyn **). Zur Lösung des Problems

*) Dieses abgekürzte Raisonnement, welches ich von Hrn. Young entlehne, und welches nur ein Aequivalent von dem wirklichen Vorgang giebt, ist in seinen Folgen, für einen analogen Fall, durch strenge Analyse von Hrn. Poisson bestätigt worden.

**) Es mufs bemerkt werden, dafs, wenn m' gröfser als m, d. h. das zweite Mittel lichtbrechender als das erste ist, dieser Aus-

ist alsdann nur noch nöthig, für die Differentialelemente der einfallenden und der refrangirten Wellen, welche sich in den beiden Mitteln gegenseitig erschüttern, das Massenverhältniſs m zu m' zu bestimmen.

Zu dem Ende erwäge man, daſs jede gebrochene Welle von jeder einfallenden Welle erzeugt wird; wenn man beide also sich getheilt denkt in eine gleiche Anzahl unendlich dünner Schichten, so wird jede Elementar-Schicht der gebrochenen Welle der Theil des zweiten Mittels seyn, welches von der correspondirenden Schicht der einfallenden Welle erschüttert wird. Mithin stehen, in Richtung der Strahlen gemessen, die Dicken der Elemente beider Mittel, welche sich die Erschütterungen mittheilen, in demselben Verhältnisse wie die Undulationslängen, d. h. in dem Verhältniſs von $\sin i$ zu $\sin i'$, wenn i und i' den Einfalls- und den Refractions-Winkel bezeichnen. Um das Verhältniſs ihrer Volume zu haben, bleibt uns also nur noch übrig, ihre Breiten zu bestimmen. Man denke sich zwei parallele Strahlen einfallend

druck der Oscillationsgeschwindigkeit für die reflectirten Strahlen vom entgegengesetzten Zeichen ist wie für die einfallenden, so daſs beim Ausgangspunkt die Oscillationen in den reflectirten Strahlen z. B. von der Linken zur Rechten geschehen, wenn sie bei den einfallenden Strahlen von der Rechten zur Linken gehen; was der Differenz von einer halben Undulation entspricht, welche die Erfahrung uns gezeigt hatte. Die Schwierigkeit mithin, welche früher erfolgte, als man die Richtung der Lichtvibrationen als parallel den Strahlen annahm, existirt nicht mehr bei der neuen Hypothese; und man kann gegenwärtig die Reflexion betrachten als herrührend von dem Dichtigkeitsunterschiede der beiden Mittel, diese als zusammengesetzt aus ihren eigenen Molecülen und denen des Aethers zusammengesetzt gedacht, ohne auf eine den Thatsachen entsprechende Folgerung geführt zu werden. Es ist möglich, daſs der Vorgang nicht ganz genau so ist, und daſs dennoch dieser mechanische Begriff die Mehrzahl der optischen Eigenschaften *durchsichtiger* Körper mit hinlänglicher Genauigkeit darstellt. Sogar das Phänomen der Dispersion läſst sich erklären, ohne daſs man nöthig hat diesen mechanischen Begriff aufzugeben.

und dieselben Strahlen gebrochen. Die Wellen, welche von den einfallenden Strahlen eingeschlossen sind, nehmen nach der Refraction den ganzen Raum zwischen den gebrochenen Strahlen ein *). Mithin wird die Breite des Elements vom ersten Mittel, das die Erschütterung dem Element des zweiten mittheilt, sich zur Breite dieses verhalten, wie der Abstand zwischen den einfallenden Strahlen sich verhält zum Abstand zwischen den gebrochenen Strahlen, oder wie $\cos i$ zu $\cos i'$. Multipliciren wir diefs neue Verhältnifs mit dem ersten, so haben wir

$$\frac{\sin i\,.\,\cos i}{\sin i'\,.\,\cos i'}$$

als Verhältnifs zwischen den Volumen beider Elemente.

Ich sehe hier ab von der Dimension senkrecht gegen die Reflexionsebene, da sie gleich ist in den einfallenden und den gebrochenen Wellen. Um nun die Massen m und m' zu erhalten, mufs man die Volume mit der Dichtigkeit der Mittel multipliciren. Betrachtet man den Unterschied der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts in den beiden Mitteln als hervorgehend aus dem Dichtigkeitsunterschiede, so müssen die Dichtigkeiten der Mittel sich umgekehrt wie die Quadrate dieser Geschwindigkeiten verhalten. Mithin verhält sich die Dichtigkeit des ersten Mittels zur Dichtigkeit des zweiten wie $\sin^2 i'$ zu $\sin^2 i$. Multipliciren wir diefs Dichtigkeitsverhältnifs mit dem Volumenverhältnifs, so haben wir für das Massenverhältnifs $m:m'$ den Ausdruck:

$$\frac{\sin i' \cos i}{\sin i \cos i'} \text{ oder } \frac{\operatorname{tang} i'}{\operatorname{tang} i},$$

so dafs also, wenn m durch $\operatorname{tang} i'$ dargestellt ist, es m' durch $\operatorname{tang} i$ wird.

Substituiren wir diese Werthe in der Formel:

*) Man mufs sich hiebei der Art erinnern, wie nach der Undulationstheorie die Reflexion und Refraction erklärt wird. Man findet das Nöthige darüber in dies. Ann. Bd. XII (88) S. 203 und S. 211. *P.*

$$\left(\frac{m-m'}{m+m'}\right)^2;$$

so haben wir für die Intensität des reflectirten Lich
Ausdruck:

$$\left(\frac{tang\, i - tang\, i'}{tang\, i + tang\, i'}\right)^2$$

mittelst dessen man, für jede beliebige Incidenz, di
hältnifsmäfsige Lichtmenge, welche von einem dur
tigen Mittel von bekanntem Brechvermögen reflectir
a priori berechnen kann, sobald das einfallende
gänzlich, und zwar nach der Reflexionsebene polaris

Ich habe diese Formel noch nicht durch Mes
über die Intensität geprüft, da ich nur mit gewöhn
Lichte angestellte Messungen kenne. Glückliche
läfst sich das Intensitätsverhältnifs zwischen dem
welches von einem nach der Reflexionsebene pola
Strahl reflectirt wird, und dem Lichte, welches
nem senkrecht gegen die Reflexionsebene polarisirte
zurückgeworfen wird, mit Hülfe der unter gleich
denz beobachteten Ablenkung der Polarisationseb
rechnen, und damit die zweite Intensität aus der
berechnen.

Dieses indirecte Verfahren habe ich angewan
die Richtigkeit meiner Formel durch zwei schätzba
Hrn. Arago angestellte und mir von demselben
theilte Messungen zu prüfen. Derselbe fand, dafs
belegtes Spiegelglas mit parallelen Flächen eben
Licht reflectirt als es durchläfst, wenn es gegen di
len einen Winkel von 11° 23′ macht. Diefs ist das
aus vier mit vieler Sorgfalt angestellten Versuch
denen, ungeachtet der Abänderungen in dem Ve
die Abweichungen kaum bis zu einem Drittelgrad
Er hat ferner gefunden, dafs zwei solche Gläser
viel Licht durchlassen, als sie reflectiren, sobald
16° 58′ geneigt sind. Diefs ist ebenfalls das Mi

vier Beobachtungen, von denen zwei fast indeſs einen Grad Unterschied geben.

Als ich, für dieselben Einfallswinkel, die Ablenkung der Polarisationsebene eines nach dem Azimuth 45° polarisirten Strahles maſs, fand ich für das neue Azimuth s, im ersten Fall 31° 45′, und im zweiten 24° 30′.

Ich setze voraus, daſs die von Hrn. Arago angewandten Glasplatten ein Brechverhältniſs =1,51 besaſsen, welches das der meisten Spiegelgläser von St. Gobin ist. Nach dieser Voraussetzung, die sich kaum von der Wirklichkeit entfernen kann, habe ich den Werth des Brechungswinkels i' für jede der beiden Incidenzen berechnet, und, nach Substition der Werthe von $tang\, i$ und $tang\, i'$ in der Formel, gefunden, im ersten Falle: 0,4994, und im zweiten: 0,3604, als die von einer einzigen Fläche reflectirten Lichtmenge, sobald der einfallende Strahl nach der Reflexionsebene polarisirt ist.

Betrachten wir zunächst den ersten Fall, den, wo das Licht von den beiden Flächen einer einzigen Platte reflectirt worden ist. Setzt man die Intensität des gesammten Lichts, das auf die Platte fällt, =2, so ist die Intensität eines jeden der unter sich rechtwinklig polarisirten Bündel, in die wir es uns getheilt denken, =1, und die Summe der von der ersten Fläche reflectirten Strahlen, bei dem nach der Einfallsebene polarisirten Strahl, ist =0,4994. Multipliciren wir diese Zahl mit $tang^2\, 31° 45'$, so haben wir für die vom zweiten Bündel reflectirte Lichtmenge 0,1912. Wenn nun n die an der ersten Fläche reflectirte Lichtmenge, und m die daselbst durchgelassene Lichtmenge vorstellt, so daſs $m+n=1$, so findet man, für jeden der beiden Bündel, durch Summation einer geometrischen Reihe, daſs die totale Summe der unendlich vielen Reflexionen, welche die zweite Fläche der Platte zu der der ersten hinzufügt, gleich ist:

$$\frac{m \,.\, n}{1+n}.$$

Wendet man diese Formel auf den ersten Lichtbündel an, für den $n = 0{,}4994$ und $m = 0{,}5006$ ist, so findet man: 0,1667, welche, zu 0,4994 addirt, geben: 0,6661. Auf gleiche Weise findet man für die Gesammtheit des vom zweiten Bündel reflectirten Lichts: 0,3211. Die Summe dieser beiden Zahlen, 0,9872, weicht nur etwa um ein Hundertel von der Hälfte des $=2$ gesetzten einfallenden Lichtes ab.

Multiplicirt man im zweiten Falle die Zahl 0,3601, nämlich die Lichtmenge, welche von dem nach der Einfallsebene polarisirten Bündel an der ersten Fläche zurückgeworfen wird, mit $tang^2\ 24^\circ\ 30'$, so erhält man für den zweiten Bündel: 0,0748. Mit diesen zwei Angaben und mittelst einfacher geometrischer Progressionen berechnet man leicht die Summe des Lichts, welche aus allen von den vier Flächen der Platte bewirkten Reflexionen hervorgeht. Man findet auf diese Weise für die Gesammtheit des vom ersten Bündel reflectirten Lichts: 0,6926, und für das des zweiten: 0,2444; also in Summa: 0,9370, welche Zahl, wie man sieht, nur um 6 Hundertel von der Hälfte des einfallenden Lichtes abweicht.

Die Tafel von Bouguer böte zwar einfachere Fälle und mannigfältigere Incidenzen dar; allein, da Hr. Arago mir sagte, dafs sie ungenau seyen, so habe ich es für unnöthig gehalten, sie mit meiner Theorie zu vergleichen.

Durch eine mechanische, aber auf eine empirische Hypothese gestützte Lösung fand ich später eine Formel für die Intensität des reflectirten Lichtes, welches zuvor senkrecht gegen die Reflexionsebene polarisirt war. Diese Formel, welche ich noch nach strengeren Betrachtungen zu berechnen beabsichtige, scheint richtig zu seyn, soviel sich wenigstens aus deren Uebereinstimmung mit mehreren Ergebnissen der Erfahrung schliefsen läfst. Nennt man wie vorhin i und i' die Einfalls- und Brechungswinkel, und setzt

die Intensität des einfallenden Lichtbündels, der senkrecht gegen die Reflexionsebene polarisirt ist, gleich *eins*, so ist die Intensität der reflectirten Lichtmenge gleich:

$$\left(\frac{\sin 2i - \sin 2i'}{\sin 2i + \sin 2i'}\right)^2.$$

Diese Formel, vereinigt mit der, welche ich schon für das nach der Reflexionsebene polarisirte Licht gab, mufs die Intensität des reflectirten Lichts geben für den Fall, dafs das einfallende Licht noch keine Polarisation erlitt. Setzt man die Intensität des letzteren $=2$, so wird in diesem Fall die Intensität des reflectirten Lichts gleich:

$$\frac{\sin^2(i-i')}{\sin^2(i+i')} + \left(\frac{\sin 2i - \sin 2i'}{\sin 2i + \sin 2i'}\right)^2.$$

Diese Formel, auf die erwähnten Beobachtungen des Hrn. Arago angewandt, stimmt bis auf ein Hundertel mit der ersteren, und bis auf 6 Hundertel mit der letzteren.

Da ich schon vor sehr langer Zeit mehrere Ablenkungen der Polarisationsebene bei der Reflexion von Glas und von Wasser gemessen hatte, so konnte ich diese Formeln auf neue Proben stellen, indem ich aus ihnen den allgemeinen Ausdruck für das Azimuth der Polarisationsebene des reflectirten Strahls ableitete und auf die beobachteten Fälle anwandte. Wenn die Polarisationsebene des einfallenden Lichts um 45° gegen die Reflexionsebene neigt, so sind die beiden parallel und senkrecht gegen die Einfallsebene polarisirten Lichtbündel, in welche man es zerfällen kann, einander gleich; und wenn a und b die Intensitäten der Oscillationsgeschwindigkeiten in denselben Lichtbündeln vorstellen, ist $\frac{b}{a}$ die Tangente des Winkels, welchen die Polarisationsebene des reflectirten totalen Lichts mit der Einfallsebene macht. Wir haben aber für die Werthe von a und b:

$$a = \frac{\sin(i-i')}{\sin(i+i')};\ b = \frac{\sin 2i - \sin 2i'}{\sin 2i + \sin 2i'}.$$

Mithin ist die Tangente vom Azimuth der Polarisationsebene des reflectirten Lichtes gleich:

$$\frac{(\sin 2i - \sin 2i')\sin(i+i')}{(\sin 2i + \sin 2i')\sin(i-i')}.$$

Die folgende Tafel enthält den Vergleich mehrerer aus dieser Formel abgeleiteten Winkel mit denen, welche die Beobachtung gab.

Reflexion des nach dem Azimuth 45° gegen die Reflexionsebene polarisirten Lichts

von Glas.

Incidenzen, gezählt vom Perpendikel.	Azimuth der Polarisationsebene des reflectirten Lichts mit dem Zeichen in Bezug auf das Bild der ursprünglichen Polarisationsebene.		Unterschiede.
	Nach der Formel.	Nach d. Beobacht.	
24°	37° 54′	38° 55′	−1° 1′
39	24 38	24 35	+0 3
49	10 52	11 45	−0 53

Bei der Incidenz 56°½ war das reflectirte Licht nach der Reflexionsebene polarisirt, gemäfs dem Brewster'schen Gesetz, mit dem die Formel übereinstimmt.

60°	− 5° 29′	− 5° 15′	−0° 14′
70	−20 24	−19 52	−0 32
80	−33 25	−32 45	−0 40
85	−39 19	−38 55	−0 24
87	−41 36	−40 55	−0 41
88	−42 44	−41 15	−1 29
89	−43 52	−44 35	+0 43

Von Wasser.

Etwa bei der Incidenz 53° war das reflectirte Licht nach der Reflexionsebene polarisirt, übereinstimmend mit der Rechnung.

60°	−10° 51′	−10° 20′	−0° 31′
70	−24 48	−25 20	+0 32
80	−35 49	−36 20	+0 31
85	−40 32	−40 50	+0 18

Man sieht, dafs der gröfste Unterschied zwischen Rechnung und Beobachtung anderthalb Grad beträgt, und bei der Reflexion von Glas unter der Incidenz 88° vorkommt. Diese etwas starke Abweichung rührt ohne Zweifel von der Ungenauigkeit der Beobachtung her, wenigstens nach den entgegengesetzten Zeichen dieses und des nachfolgenden Unterschiedes zu schliefsen. Es fällt schwer die Polarisationsebene eines Lichtbündels durch ein Kalkspath-Rhomboëder mit grofser Genauigkeit zu bestimmen, weil das aufserordentliche Bild schon etwas vor und nach dem Punkte, wo der Hauptschnitt des Rhomboëders mit der Polarisationsebene zusammenfällt, unsichtbar wird. Ich hoffe jedoch durch Anwendung von Sonnenlicht genauere Resultate zu erhalten, da die gröfsere Lebhaftigkeit erlaubt das ungewöhnliche Bild näher an die Polarisationsebene zu verfolgen. Bis dahin kann man die Formel für sehr wahrscheinlich halten, da sie ziemlich genügend mit den Beobachtungen stimmt, und noch mehr in den drei Hauptfällen: 1) wenn die einfallenden Strahlen senkrecht stehen auf der reflectirenden Fläche, 2) wenn sie mit dieser den Winkel der vollständigen Polarisation machen, und 3) wenn sie ihr parallel sind. Denn sie zeigt, dafs im ersten Fall die Polarisationsebene nicht abgelenkt wird, dafs sie im zweiten mit der Reflexionsebene zusammenfällt, und dafs sie im dritten um 45° von dieser absteht, und zwar nach entgegengesetzter Seite der ursprünglichen Polarisationsebene, so dafs sie mit der Verlängerung dieser zusammenfällt. Alle diese Folgerungen der Formel stimmen mit der Berechnung überein.

Die beiden Intensitäts-Formeln, welche ich eben gegeben habe, können auch dazu dienen, die Menge des durch Reflexion polarisirten Lichtes zu berechnen. Dazu braucht man nur:

$$\left(\frac{\sin 2i - \sin 2i'}{\sin 2i + \sin 2i'}\right)^2 \text{ von } \frac{\sin^2(i-i')}{\sin^2(i+i')}$$

abzuziehen, und die Differenz durch die Summe beider Gröfsen zu dividiren.

III. *Ueber das Gesetz der Modificationen, welche die Reflexion dem polarisirten Lichte einprägt;*

von A. Fresnel.

(Aus den *Annal. de chim. et de phys. T. XLVI. p.* 225. Diese Abhandlung ist bereits am 7. Jan. 1823 in der Pariser Academie vorgelesen, nach der Zeit aber abhanden gekommen, und erst kürzlich unter den Papieren des verewigten Fourier wieder aufgefunden worden.)

Die Hypothese, welche ich über die Natur der Lichtvibrationen angenommen, hat mich auf zwei allgemeine Formeln geführt für die Intensität des von durchsichtigen Körpern reflectirten Lichts, für jede Neigung der einfallenden Strahlen *). Die eine dieser Formeln gilt für Strahlen, die nach der Einfallsebene polarisirt sind, die andere für Strahlen, die es senkrecht gegen diese Ebene sind. Man begreift, dafs sie verschieden seyn müssen, weil das Licht, welches nach der Einfallsebene polarisirt ist, eine mit der Schiefe der Strahlen an Intensität stets wachsende Reflexion erleidet; während für das senkrecht gegen die Einfallsebene polarisirte Licht, zwischen der senkrechten und parallelen Richtung gegen die Fläche, eine gewisse Neigung vorhanden ist, welche die Reflexion Null macht, wie es Malus zuerst entdeckt hat. Ich habe gezeigt, wie ich zu der ersten Formel gelangt bin, habe aber nicht den Weg angegeben, der mich zu der zweiten geführt. Ich will hier das Princip oder die mechanische Voraussetzung aus einander setzen, welche man der

*) Es sind eben die Formeln in dem vorhergehenden Aufsatz. *P.*

Fundamentalhypothese über die Lichtvibrationen noch hinzufügen mufs, um zu diesen beiden Formeln zu gelangen, immer dabei den Fall betrachtend, wie ich bisher gethan, dafs die zwei an einander stofsenden Mittel gleiche Elasticität besitzen, und nur in der Dichtigkeit verschieden sind.

Man mufs sich zunächst erinnern, dafs, gemäfs dieser Hypothese, die Lichtvibrationen in der Ebene der Wellen, senkrecht gegen den Strahl geschehen; woraus dann folgt, dafs ein polarisirter Lichtbündel derjenige ist, dessen Vibrationsbewegungen immer eine einzige und einerlei Richtung behalten, und dafs seine Polarisationsebene die Ebene ist, welche auf dieser constanten Richtung der kleinen Oscillationen der Aethertheilchen senkrecht steht. Wenn mithin der Lichtbündel nach der Einfallsebene polarisirt ist, so geschehen die Vibrationen senkrecht gegen diese Ebene, und sie sind also immer parallel der brechenden Fläche, welche Neigung auch die Strahlen haben mögen. Diefs ist nicht mehr der Fall bei denen, die senkrecht gegen die Einfallsebene polarisirt sind, weil ihre Vibrationen, da sie in dieser Ebene geschehen, der brechenden Fläche nur in dem Fall der senkrechten Incidenz parallel sind, sonst aber desto gröfsere Winkel mit derselben machen, als die Strahlen mehr neigen, und endlich senkrecht gegen sie zu stehen kommen, wenn die Strahlen ihr parallel werden. Diefs macht das Problem der Reflexion im letzteren Falle weit schwieriger als im ersteren.

Da in diesem Falle die Oscillationsbewegungen alleinig in paralleler Richtung mit der Fläche des Mittels geschehen, sowohl bei der einfallenden, als bei der reflectirten und refrangirten Welle, so kann man annehmen, dafs die Amplituden dieser Oscillationen, gleich wie die absoluten Geschwindigkeiten der Molecüle in einem jeden Elemente der reflectirten und der refrangirten Welle, sich bei Entfernung dieser von der Fläche nicht verän-

dern *); wenigstens scheint es mir nicht schwierig, diesen Satz strenge zu erweisen. Ich mache auch diese Annahme für das senkrecht gegen die Einfallsebene polarisirte Licht, d. h. für dasjenige, dessen Vibrationen in dieser Ebene geschehen; wohl verstanden, dafs es sich dann nur um die mit der brechenden Fläche parallelen Componenten der absoluten Geschwindigkeiten handelt; mithin nehme ich an, dafs diese Componenten gleiche Intensität haben, die zurückgeworfene oder gebrochene Erschütterung mag die Fläche noch berühren oder sich schon von ihr entfernt haben.

Nach der Natur der Elasticität, welche ich betrachte, und welche darin besteht, dafs sie sich dem Verschieben einer Schicht gegen die folgende in *einem* Mittel oder der sich berührenden Schichten zweier Mittel widersetzt, müssen die an einander liegenden Schichten der beiden Mittel parallel mit der Fläche, durch welche sie getrennt werden, Oscillationen von gleicher Amplitude machen, weil sonst die eine dieser Schichten sich gegen die andere um eine Gröfse verschieben würde, welche weit beträchtlicher wäre, als die Verschiebungen der anstofsenden Schichten eines jeden der beiden Mittel für sich betrachtet, und weil daraus ein weit gröfserer Widerstand entstände, der sich dieser Verschiebung widersetzte. Als eine evidente Folgerung aus unserer Fundamentalhypothese über die Natur der durch die Lichtvibrationen entfalteten Elasticität kann man demnach annehmen, dafs bei den der brechenden Fläche benachbarten Molecülen die mit diesen Flächen parallelen absoluten Geschwindigkeiten gleich seyn müssen in beiden Mitteln. In dem ersten Mittel bestehen diese Bewegungen zugleich aus der

*) Wohlverstanden setze ich hier voraus, dafs der Mittelpunkt der einfallenden Welle unendlich entfernt sey, so dafs diese Welle, gleich wie die reflectirte und gebrochene, eben ist, und ihre Intensität nicht mit der Fortpflanzung abnimmt.

Erschütterung von Seiten der einfallenden Welle, und aus der von Seiten der reflectirten Welle, d. h. die der brechenden Fläche parallele Componente der Bewegung, welche jedem Molecüle des ersten Mittels von der einfallenden und von der reflectirten Welle eingeprägt wird, mufs gleich seyn der parallelen Componente der absoluten Geschwindigkeit der Molecüle des zweiten Mittels; oder in anderen Worten, wenn man zur Vereinfachung der Ausdrücke die brechende Fläche als horizontal voraussetzt, die horizontale Componente der absoluten Geschwindigkeit, welche die einfallende Welle herbeiführt, hinzugefügt zu der horizontalen Componente der absoluten Geschwindigkeit, welche die reflectirte Welle einprägt (genommen mit dem ihr zukommenden Zeichen), mufs gleich seyn der horizontalen Componente der absoluten Geschwindigkeit, welche die Molecüle des zweiten Mittels in der durchgelassenen Welle besitzen.

Es ist klar, dafs nahe an der Berührungsfläche diese Gleichheit stattfinden mufs, und dafs die Annahme, welche wir vorhin ausgesprochen haben und jetzt anwenden wollen, blos darin besteht, dafs diese horizontalen Componenten beim Fortgehen der reflectirten und gebrochenen Welle von der brechenden Fläche constant bleiben, mithin die Gleichung, um die es sich handelt, für alle Entfernungen gilt. Ehe ich die Gründe angebe, auf welche ich diese Erhaltung der horizontalen Componenten stütze, hoffe ich diese Aufgabe gründlicher zu behandeln und zugleich die Lösung derselben für den Fall zu geben, dafs die Elasticität der beiden Mittel verschieden ist. Gegenwärtig beabsichtige ich nur aus dieser Hülfshypothese und dem Princip der Erhaltung lebendiger Kräfte, die im J. 1821 von mir bekannt gemachten Formeln herzuleiten, und aus diesen wiederum die Gesetze, welche Gegenstand dieser Abhandlung sind.

Um hier das Princip der Erhaltung lebendiger Kräfte anzuwenden, mufs man die in beiden Mitteln erschütter-

ten Massen mit einander vergleichen; diefs geschieht leicht mittelst des bekannten Refractionsgesetzes.

Es sey EF (Fig. 1. Taf. I.) die brechende Fläche, AB die einfallende Welle, ab aus ihr entstehende gebrochene Welle. Fällt man vom Punkt A auf ab den senkrechten Strahl Aa, und eben so vom Punkte b einen Strahl Bb senkrecht auf die einfallende Welle, so ist klar, dafs AB und ab entsprechende Strecken beider Wellen in beiden Mitteln sind, d. h. dafs das Stück AB der einfallenden Welle die Strecke ab in dem zweiten Mittel annimmt. Was die bezüglichen Räume betrifft, welche sie in senkrechter Richtung, in Richtung der Strahlen IA und Aa einnehmen, so sind diefs genau die Undulationslängen in beiden Mitteln, die sich verhalten, wie der Sinus des Einfallswinkels IAC zum Sinus des Refractionswinkels RAa. Nennt man nun i den ersten und i' den zweiten Winkel, so können die bezüglichen Dimensionen der Wellen in Richtung der Strahlen durch $\sin i$ und $\sin i'$ vorgestellt werden; folglich werden die Volume der beiden entsprechenden Stücke, welche wir in der einfallenden und der gebrochenen Welle betrachten, sich zu einander verhalten wie $AB \sin i$ zu $ab \sin i'$. Nimmt man aber Ab zum Radius, so sind AB und ab die Cosinus der Winkel BAb und Aba oder der ihnen gleichen Winkel i und i'. Die beiden Volume verhalten sich demnach wie $\sin i \cos i$ zu $\sin i' \cos i'$. Es bleibt uns noch übrig, sie mit den Dichtigkeiten zu multipliciren, um das Verhältnifs der Massen zu erhalten. Da nun die beiden Mittel nach der Voraussetzung gleiche Elasticität besitzen, und nur in ihrer Dichtigkeit verschieden sind, so verhalten sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten in diesen beiden Mitteln umgekehrt, wie die Quadratwurzeln aus den Dichtigkeiten derselben. Man hat demnach:

$$\sin i : \sin i' :: \frac{1}{\sqrt{d}} : \frac{1}{\sqrt{d'}}$$

oder $$d : d' :: \frac{1}{\sin^2 i} : \frac{1}{\sin^2 i'}.$$

Multiplicirt man diefs Verhältnifs mit dem der Vo-
me, so erhält man für das Massenverhältnifs:

$$\frac{\sin i \cos i}{\sin^2 i} : \frac{\sin i' \cos i'}{\sin^2 i'} \text{ oder } \frac{\cos i}{\sin i} : \frac{\cos i'}{\sin i'}.$$

Nimmt man demnach $\frac{\cos i'}{\sin i'}$, als Ausdruck für die er-
hütterte Masse in der refrangirten Welle, so wird $\frac{\cos i}{\sin i}$,
e erschütterte Masse in der einfallenden Welle seyn,
id zugleich auch die Masse des entsprechenden Stücks
r reflectirten Welle, weil die entsprechenden Stücke
r einfallenden und der reflectirten Welle gleiches Vo-
m haben, und überdiefs in demselben Mittel liegen.

Diefs gesetzt, nehme ich den gemeinschaftlichen Coëf-
ienten aller absoluten Geschwindigkeiten der Molecüle
der einfallenden Welle zur Einheit an, und bezeichne
irch v den der absoluten Geschwindigkeiten in der re-
ctirten Welle, so wie durch u den der nämlichen Ge-
hwindigkeiten in der gebrochenen Welle. Theilt man
un im Gedanken die einfallende Welle in eine Reihe
iendlich vieler successiven Erschütterungen, auch die re-
ctirte und refrangirte Wellen in eine gleiche Zahl sol-
ier Elemente, so ist klar, dafs das Verhältnifs zwischen
en absoluten Geschwindigkeiten zweier entsprechenden
lemente, z. B. der einfallenden und der gebrochenen
Velle, constant seyn wird für alle Stücke dieser beiden
Vellen, weil es unabhängig seyn mufs von der mehr
der weniger grofsen Intensität der absoluten Geschwin-
igkeiten in den verschiedenen Elementen der einfallen-
en Welle. Nimmt man demnach die Intensität der
chwingungsbewegung in der einfallenden Welle zur Ein-
eit an, so werden v und u die Coëfficienten seyn, mit
enen man jede der absoluten Geschwindigkeiten der Ele-
iente der einfallenden Welle multipliciren mufs, um die

absoluten Geschwindigkeiten der correspondirenden
mente, sowohl der gebrochenen als auch der reflec
Welle, zu erhalten, und sie zeigen demnach den In
tätsgrad der absoluten Geschwindigkeit in diesen b
Wellen an. Die Masse der refrangirten Welle mu
cirt mit u^2, addirt zu der Masse der reflectirten W
multiplicirt mit v^2, muſs demnach eine Summe gebe
gleich ist der Masse der einfallenden Welle multi
mit 1, wenn die Summe der lebendigen Kräfte co
bleiben soll. Man hat demnach:

$$\frac{\cos i}{\sin i} \cdot 1 = \frac{\cos i'}{\sin i'} \cdot u^2 + \frac{\cos i}{\sin i} \cdot v^2$$

oder
$$\frac{\cos i}{\sin i}(1-v) = \frac{\cos i'}{\sin i'} \cdot u^2$$

oder
$$\sin i' \cos i\,(1-v^2) = \sin i \cos i'\, u^2 \quad . \quad . \quad .$$

Das ist die Gleichung, welche aus dem Princi
Erhaltung der lebendigen Kräfte hervorgeht, und
in allen Fällen erfüllt werden muſs, der einfallende
mag parallel oder senkrecht gegen die Einfallsebe
larisirt seyn.

Wir haben angenommen, daſs in diesen beid
len die Bewegungen, welche parallel der brechend
che geschehen, auf beiden Seiten dieser Fläche
seyn müssen, d. h. daſs die Horizontal-Geschwi
ten der einfallenden Welle addirt zu den Horizon
schwindigkeiten der reflectirten Welle, genomm
ihrem Zeichen, gleich seyn müssen den Horizon
schwindigkeiten der durchgelassenen Welle, un
nicht bloſs an der Fläche, wo dieser Satz an si
ist, sondern auch in der Entfernung sehr vieler
tionslängen.

Wenn die einfallende Welle nach der Einfal
polarisirt ist, d. h. wenn ihre Vibrationen senkr
gen diese Ebene geschehen, so sind diese, gleich
der zurückgeworfenen und durchgelassenen Weller

horizontal. Folglich sind 1, v, u die Coëfficienten der Horizontal-Geschwindigkeiten in der einfallenden, reflectirten und refrangirten Welle, und man muſs, gemäſs unserer Hülfshypothese, haben:

$$1+v=u \text{ oder } (1+v)^2=u^2.$$

Dividirt man durch diese Gleichung diejenige, welche wir mittelst des Princips der Erhaltung lebendiger Kräfte erhalten haben, so bekommt man:

$$\sin i' \,.\, \cos i \left(\frac{1-v}{1+v}\right)=\sin i \cos i'$$

oder

$$\sin i' \cos i(1-v)=\sin i \,.\, \cos i'(1+v),$$

woraus man zieht:

$$v=-\frac{\sin i \cos i'-\sin i' \cos i}{\sin i \cos i'+\sin i' \cos i}$$

oder

$$v=-\frac{\sin(i-i')}{\sin(i+i')} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Im zweiten Fall, d. h. wenn das Licht senkrecht gegen die Einfallsebene polarisirt ist, wo also die Vibrationen parallel dieser Ebene und immer senkrecht gegen die einfallenden, reflectirten und gebrochenen Strahlen geschehen, gehen die Horizontalcomponenten der absoluten Geschwindigkeiten 1, v, u in $\cos i$, $v \cos i$ und $u \cos i'$ über, und man muſs also, nach der Hülfshypothese haben:

$$\cos i+v \cos i=u \cos i'$$

oder

$$(1+v) \cos i=u \cos i'$$

oder, zum Quadrat erhoben:

$$(1+v)^2 \cos^2 i=u^2 \cos^2 i'.$$

Dividirt man durch diese Gleichung die Gleichung (A), welche aus dem Principe der Erhaltung lebendiger Kräfte folgt, so hat man:

$$\left(\frac{1-v}{1+v}\right)\frac{1}{\sin i \cos i}=\frac{1}{\sin i' \cos i'}$$

oder

$$(1-v)\sin i'\cos i'=(1+v)\sin i\cos i,$$

woraus man zieht:

$$v=-\frac{\sin i\cos i-\sin i'\cos i'}{\sin i\cos i+\sin i'\cos i'} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Diefs ist der Ausdruck für die absolute Geschwindigkeit in der reflectirten Welle, wenn die Reflexionsebene senkrecht ist auf der Polarisationsebene des einfallenden Lichts.

Man sieht, dafs dieser Ausdruck Null wird für eine gewisse Schiefe der Strahlen, sobald $\sin i\cos i=\sin i'\cos i'$, oder $\sin 2i=\sin 2i'$, d. h. sobald $2i=180-2i'$ oder $i=90-i'$, d. h. sobald der Refractionswinkel das Complement ist des Einfallswinkels, oder, was auf dasselbe hinausläuft, sobald der gebrochene Strahl senkrecht ist auf dem reflectirten, übereinstimmend mit dem Brewster'schen Gesetze.

Diefs ist nicht der Fall bei der Formel (1); sie kann nur in dem besonderen Fall Null werden, dafs i gleich i' würde, d. h. dafs die Lichtwellen gleiche Längen hätten in beiden sich berührenden Mitteln. Uebrigens geben beide Formeln dieselbe Geschwindigkeit für die senkrechte Incidenz und für die andere Gränze $i=90^\circ$; im letzteren Falle zeigen beide, dafs die Gesammtheit des Lichts reflectirt wird, was man ohne Zweifel durch den Versuch bestätigt finden würde, wenn man diese Gränze erreichen könnte.

Für den Fall der senkrechten Incidenz geben beide Formeln:

$$v=-\frac{\sin i-\sin i'}{\sin i+\sin i'}=-\frac{\frac{\sin i}{\sin i'}-1}{\frac{\sin i}{\sin i'}+1} \text{ oder } v=-\frac{r-1}{r+1};$$

wenn man r das constante Verhältnifs zwischen dem Sinus der Incidenz und dem Sinus der Refraction nennt. Diefs ist genau die Formel, welche Hr. Young zuerst

gegeben hat, und zu welcher Hr. Poisson späterhin durch eine gelehrtere und strengere Analyse gelangt ist. Beide haben aber hiebei nur die Art von Elasticität betrachtet, von welcher alleinig die Mathematiker bis heute die Fortpflanzung der Schallwellen abgeleitet haben, nämlich den Widerstand schwingender Mittel gegen Zusamdrückungen.

Da die Intensität des Lichts, selbst nach dem Sinn, welchen man mit den Ausdrücken *doppeltes*, *dreifaches* u. s. w. *Licht* verbindet, durch die darin enthaltene Summe von lebendigen Kräften gemessen wird, so mufs man, wenn man die Menge des in den besagten zwei Fällen reflectirt werdenden Lichts bestimmen will, den Werth von v in's Quadrat erheben; und subtrahirt man ihn von 1, welches das einfallende Licht vorstellt, so erhält man die Menge des durchgelassenen Lichts.

Wenn das Licht, statt parallel oder senkrecht gegen die Einfallsebene polarisirt zu seyn, nach einem andern Azimuthe polarisirt wäre, so kennt man aus dem Azimuth seiner Polarisationsebene auch die Richtung seiner Vibrationen, da diese senkrecht gegen diese Ebene geschehen, und man kann also daraus die gegen die Einfallsebene parallelen und senkrechten Componenten dieser kleinen Bewegungen ableiten. Wenn so z. B. der Winkel, den die Polarisationsebene mit der Einfallsebene macht, gleich a ist, so machen die absoluten Geschwindigkeiten des einfallenden Bündels mit der letzteren Ebene den Winkel $90-a$, folglich hat man die dieser Ebene parallelen Componenten mit $\sin a$, und die senkrechten Componenten mit $\cos a$ zu multipliciren. Bezeichnet man demnach mit *eins* die Vibrationsamplitude des einfallenden Lichts, so wird $\sin a$ die Componente desselben in der Einfallsebene seyn, und $\cos a$ die Componente senkrecht darauf. Auf die erste Componente mufs man die Formel (2), und auf die zweite die Formel (1) anwenden, wenn man die Oscillationsamplituden des reflectirten Lich-

tes haben will, und so erhält man für die Compo[n]
nach der Reflexionsebene:

$$-\sin a\left(\frac{\sin i\cos i-\sin i'\cos i'}{\sin i\cos i+\sin i'\cos i'}\right),$$

und für die darauf senkrechte Componente:

$$-\cos a\left(\frac{\sin i\cos i'-\sin i'\cos i}{\sin i\cos i'+\sin i'\cos i}\right),$$

oder vielmehr:

$$-\sin a\frac{tang(i-i')}{tang(i+i')}\text{ und }-\cos a\frac{\sin(i-i')}{\sin(i+i')},$$

von denen die Resultante ist:

$$-\sqrt{\sin^2 a\frac{tang^2(i-i')}{tang^2(i+i')}+\cos^2 a\frac{\sin^2(i-i')}{\sin^2(i+i')}}.$$

Will man die *Intensität des reflectirten Licht[es]* haben, so braucht man nur diesen Ausdruck in's [Qua]drat zu erheben, was giebt:

$$\sin^2 a\frac{tang^2(i-i')}{tang^2(i+i')}+\cos^2 a\frac{\sin^2(i-i')}{\sin^2(i+i')}.$$

Das directe Licht, welches noch keine Polar[isation] erhalten hat, kann betrachtet werden als eine V[ereini]gung oder rasche Folge unzählig vieler, nach alle[n Azi]muthen polarisirter Wellensysteme; so dafs man, [wenn] man die Vibrationsbewegungen eines jeden parall[el und] senkrecht gegen die Einfallsebene zerlegt, wegen de[r Viel]heit der Fälle in Summe eben so viel Bewegunge[n nach] der einen, wie nach der anderen Richtung hat, un[d wenn] man auch hier die Intensität des einfallenden Lich[tes als] Einheit annimmt, ist die des reflectirten Lichtes:

$$\tfrac{1}{2}\frac{tang^2(i-i')}{tang^2(i+i')}+\tfrac{1}{2}\frac{\sin^2(i-i')}{\sin^2(i+i')}.$$

Ich habe diese Formel noch nicht weiter al[s an] die älteren Beobachtungen des Hrn. Arago gepr[üft, mit] welchen sie, wie ich vorhin gezeigt habe (S. 8[.. be]friedigend übereinstimmt.

Allein die Formeln (1) und (2), aus dene[n sie] abgeleitet ist, wird auf eine indirecte Weise durch

obachtungen bestätigt, die ich vor langer Zeit über die Drehungen, welche die Polarisationsebene eines ursprünglich nach dem Azimuth 45° gegen die Einfallsebene polarisirten Lichtbündels erfährt, wenn er von der äufseren Fläche des Glases oder Wassers reflectirt wird. Man kann in dem vorhergehenden Aufsatz (S. 88.) den Vergleich zwischen den Resultaten der Rechnung und den des Versuches nachsehen.

Es ist leicht diese Drehungen aus den Formeln (1) und (2) für alle Azimuthe der ursprünglichen Polarisationsebene abzuleiten. Wenn a der Winkel ist, den diese Ebene mit der Einfallsebene macht, so werden $\sin a$ und $\cos a$ die Componenten der absoluten Geschwindigkeiten parallel und senkrecht gegen diese Ebene seyn; und das einfallende Wellensystem kann betrachtet werden als ein Verein zweier Wellensysteme, deren Vibrationen bei dem einen parallel der Einfallsebene und mit absoluten Geschwindigkeiten proportional mit $\sin a$ geschehen, bei dem andern aber senkrecht gegen diese Ebene und mit absoluten Geschwindigkeiten proportional mit $\cos a$. Dieselben absoluten Geschwindigkeiten sind in den beiden reflectirten Wellensystemen für das erstere:

$$v = -\sin a \frac{\tang(i-i')}{\tang(i+i')},$$

und für das zweite:

$$v = -\cos a \frac{\sin(i-i')}{\sin(i+i')}.$$

Nun haben beide denselben Weg durchlaufen, und beide sind an der Trennungsfläche zweier Mittel reflectirt, wenn die Reflexion partiell ist und die Formeln reell sind, wie wir es hier voraussetzen; mithin ist zwischen diesen beiden Wellensystemen kein Unterschied in den durchlaufenen Wegen vorhanden, und in beiden entsprechen dieselben Oscillationsperioden oder die zugehörigen absoluten Geschwindigkeiten demselben Punkt eines Strahls; sie werden demnach beständig in demselben Ver-

hältnisse bleiben, und immer längs dem reflectirten St
Resultanten in Richtung der nämlichen Ebene er
gen; mithin wird das reflectirte Licht eben so v
ständig polarisirt seyn, wie das einfallende Licht und
neue Polarisationsebene senkrecht stehen auf den R
tungen dieser Resultanten. Da nun die Tangente
Winkels, welchen sie mit der Einfallsebene machen, g
ist dem Verhältnifs der beiden so eben gefundenen V
the von v, d. h. gleich:

$$\frac{\sin a}{\cos a} \cdot \frac{\tang(i-i')\sin(i+i')}{\tang(i+i')\sin(i-i')},$$

oder:

$$\tang a \, . \, \frac{\cos(i+i')}{\cos(i-i')};$$

wird mithin die Cotangente des Winkels der neuen
larisationsebene mit der Einfallsebene gleich seyn di
Ausdrucke, oder die Tangente gleich:

$$\cot a \frac{\cos(i-i')}{\cos(i+i')}.$$

Diefs ist der Ausdruck für das Gesetz der A
kungen, welche das Licht in seiner Polarisationseben
leidet, wenn es von der äufseren Fläche durchsic
Körper reflectirt wird. Bei der inneren Reflexion
für correspondirende Incidenzen, dasselbe Gesetz st
den, d. h. das der gebrochenen Strahlen, welche a
halb die durch i repräsentirte Incidenz haben wü
Denn, wenn man mit i den Einfallswinkel der äu
Strahlen bezeichnet, braucht man in dem obigen
druck, wegen der Allgemeinheit der Formeln, nur i
und i' in i zu verwandeln, um die Tangente des
Azimuths der Polarisationsebene für den Fall, da
Reflexion im Innern durchsichtiger Körper geschehe
zu erhalten. Diefs giebt:

$$\cot a . \frac{\cos(i'-i)}{\cos(i+i')} \text{ oder } \cot a \, . \, \frac{\cos(i-i')}{\cos(i+i')}$$

denselben Ausdruck, wie im vorhergehenden Fall,

verstanden in der Voraussetzung, dafs a immer das Azimuth der Polarisationsebene des Strahls unmittelbar vor der Reflexion ist.

Ich habe die Richtigkeit der Formel noch nicht für diesen zweiten Fall geprüft, weil es nothwendig ist für die verschiedenen Schiefen, bei denen man den Versuch anstellt, die Ein- und Austrittsflächen senkrecht gegen die einfallenden und ausfahrenden Strahlen zu schleifen, wenn man will, das die beobachtete Ablenkung alleinig von der inneren Reflexion herrühren soll. Zwar könnte man diese Verification auf eine indirecte Weise anstellen, indem man ein Glas mit parallelen Flächen anwendete, und die Ablenkungen, welche der Bündel in Folge der beiden Refractionen an der ersten Fläche erleidet, in Rechnung zöge. Diefs Verfahren würde den Vortheil darbieten, dafs man ohne Kosten und ganz nach Belieben die Schiefe der einfallenden Strahlen abändern könnte. Ich habe diese Versuche noch nicht angestellt; allein ich zweifle nicht, dafs ihre Resultate mit denen der Rechnung nach den obigen Formeln übereinstimmen werden. Es ergiebt sich aus ihnen für die Tangente des Winkels, welchen die Polarisationsebene eines gebrochenen Strahls mit der Einfallsebene macht:

$$\tfrac{1}{2} \cot . a \left(\frac{\sin 2i + \sin 2i'}{\sin (i+i')}\right).$$

Läfst man gemeines Licht auf die Oberfläche durchsichtiger Körper fallen, und will man die Menge des polarisirten Lichtes in den reflectirten Strahlen erfahren, so braucht man nur, da das gemeine Licht immer als bestehend aus gleichen Mengen gegen die Einfallsebene paralleler und senkrechter Vibrationsbewegungen betrachtet werden kann, mittelst der Formeln:

$$\tfrac{1}{2}\frac{\sin^2 (i-i')}{\sin^2 (i+i')} \text{ und } \tfrac{1}{2}\frac{\tang^2 (i-i')}{\tang^2 (i+i')}$$

für jede Incidenz die Mengen, welche von dem parallel der Einfallsebene polarisirten Licht und von dem senk-

recht gegen diese Ebene polarisirten reflectirt werden, zu berechnen, und die Differenz dieser Ausdrücke durch ihre Summe zu dividiren; der Quotient wird die verhältnifsmäfsige Menge des im reflectirten Bündel enthaltenen polarisirten Lichtes seyn. Was die Menge des durch Transmission polarisirten Lichts betrifft, so ist sie gleich der andern, sowohl nach der eben auseinandergesetzten Theorie, als auch nach den älteren Versuchen von Herrn Arago.

Als ich mit einem Prisma die Modificationen studirte, welche das gegen die Einfallsebene im Azimuthe 45° polarisirte Licht durch die innere Reflexion erleidet, beobachtete ich schon vor langer Zeit, dafs die reflectirten Strahlen ihre ursprüngliche Polarisationsebene nur bis zur Gränze der partiellen Reflexion behielten, und dafs, sobald die Reflexion vollständig wurde, das reflectirte Licht zum Theil depolarisirt war. Diese Depolarisation wurde vollständig nach zwei solchen Reflexionen unter einer Incidenz von etwa 50°. Nach den Interferenzregeln für polarisirte Strahlen schlofs ich daraus, dafs das reflectirte Licht alsdann zusammengesetzt sey aus zwei gleichen Wellensystemen, die im Gange um eine Viertelundulation von einander abweichen, und von denen das eine parallel, das andere senkrecht gegen die Einfallsebene polarisirt sey; oder, was dasselbe sagt, dafs die beiden parallel und senkrecht gegen die Einfallsebene polarisirten Lichtbündel, in welche man die einfallenden Bündel zerfällen kann, gewissermafsen nicht in derselben Tiefe reflectirt worden seyen, oder, wenn beide an der Oberfläche selbst zurückgeworfen würden, dafs sie in ihren Vibrationsperioden ungleiche Modificationen erlitten, auf die Weise, dafs der nach der Einfallsebene polarisirte Lichtbündel, nach einer solchen Reflexion, um eine Achtelundulation gegen den andern Bündel zurücksteht, oder ihm um drei Achtelundulationen vorausläuft, und, nach zwei solchen

Reflexionen, um eine Viertelundulation zurückbleibt oder um drei Viertelundulationen vorausgeht.

Dieser Unterschied im Gange oder in der Vibrationsperiode ändert sich mit der Neigung der Strahlen. Die Entdeckung des Gesetzes dieser Aenderungen schien mir so schwierig, dafs ich seit den sechs Jahren, dafs mir diese Depolarisationsphänomene bekannt waren, nicht einmal einen Versuch dazu gemacht habe, indem ich glaubte, erst dann dazu gelangen zu können, wann ich das mathematische Problem der Reflexion und Refraction vollständig gelöst hätte. Die Lösung, welche ich davon zu Anfange dieser Abhandlung gegeben habe, ist ohne Zweifel nicht vollständig, 1) weil ich nur den Fall betrachtete, dafs die beiden Mittel gleiche Elasticität besitzen und nur in der Dichtigkeit verschieden seyen, während doch meistens beide Mittel auch in der Elasticität von einander abweichen; 2) weil ich meine Rechnungen auf ein nicht bewiesenes Princip stützte, auf ein Princip, das zwar, im Fall die Vibrationen parallel der brechenden Fläche geschehen, evident ist, das aber für den entgegengesetzten Fall, nämlich, wenn die Strahlen senkrecht gegen die Reflexionsebene polarisirt sind, oder ihre Vibrationen in dieser Ebene geschehen, des Beweises bedarf.

Indefs, da mir aus den bis jetzt beobachteten Thatsachen hervorzugehen scheint, dafs die an der Berührungsfläche zweier Mittel reflectirten und durchgelassenen Lichtmengen, gleich wie der Winkel der vollständigen Polarisation, nur von dem Refractionsverhältnifs beider Mittel, d. h. von dem Verhältnifs der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten des Lichts in jedem derselben abhängt, wie auch diese Mittel in ihrer Natur und wägbaren Dichtigkeit *),

*) So nenne ich den Theil der Dichte des Mittels, den man wägen kann, d. h. die Dichte des Körpers. Was den Aether betrifft, der zwischen den Theilchen dieses Körpers befindlich ist, so kann man ihn nicht wägen, da er incoërcibel ist.

folglich auch ohne Zweifel in ihrer Elasticität verschieden seyn mögen, so scheint es mir sehr wahrscheinlich, dafs man, wenn in dem Calcül Rücksicht auf diesen Elasticitätsunterschied genommen wird, dasselbe Resultat erhalten werde, wie im Fall man die verschiedenen Geschwindigkeiten, mit denen das Licht diese beiden Mittel durchläuft, alleinig einem Dichtigkeitsunterschiede zugeschrieben hat, und das man dadurch wieder auf die Formeln (1) und (2) zurückkommen werde. Was die Hülfshypothese betrifft, auf welcher sie beruhen, so däucht sie mir von grofser Wahrscheinlichkeit zu seyn, wenigstens spricht dafür die genügende Uebereinstimmung zwischen diesen Formeln und allen genauen Beobachtungen, mit denen ich sie bisher habe vergleichen können. Da ich demnach alle Ursache habe, sie für strenge zu halten (um so mehr, da sie nicht blos durch Thatsachen bestätigt sind, sondern auf schon an sich sehr wahrscheinliche theoretische Betrachtungen beruhen), so habe ich gesucht, ob nicht dieselben Formeln, welche mich auf eine so einfache Weise zu dem Gesetz über die Ablenkungen der Polarisationsebene bei äufserer Reflexion der Strahlen geführt haben, mich auch wohl bei den Modificationen ganz anderer Art, welche die totale Reflexion dem polarisirten Lichte einprägt, das Gesetz errathen lassen würden, und wirklich ist mir diefs auch gelungen mittelst der Inductionen, die ich sogleich entwickeln werde.

Die Formeln (1) und (2) behalten ihre reelle Form für alle Werthe von i zwischen 0° und 90°, sobald das zweite Mittel lichtbrechender ist als das erste; bricht es aber schwächer, d. h. ist der Coëfficient n, mit dem man $\sin i$ multipliciren mufs, um $\sin i'$ zu erhalten, gröfser als 1, so findet man, bevor man 90° erreicht, einen Werth von i, für welchen der entsprechende Werth von $\sin i'$ gleich 1 ist, und über welchen hinaus dieser Sinus gröfser als eins wird; alsdann wird $\cos i'$ imaginär, und mit ihm auch die Formeln (1) und (2), in welche er ein-

geht. Indeſs, wenn diese bis zu der erwähnten Gränze genaue Ausdrücke für die Reflexionsgesetze sind, so müssen sie es, vermöge des allgemeinen Gesetzes der Continuität, auch noch nachher seyn; die Schwierigkeit aber besteht darin, sie auszulegen und zu errathen, was die Analyse mit diesen imaginären Ausdrücken andeutet. Dieſs wenigstens ist es, was wir zu thun beabsichtigen, wenn auch nicht durch strenge Schluſsfolgen, doch mindestens durch die natürlichsten und wahrscheinlichsten Inductionen.

Um die Ideen zu fixiren nehme man zunächst die Formel (1):

$$v = -\frac{\sin i \cos i' - \sin i' \cos i}{\sin i \cos i' + \sin i' \cos i},$$

welcher man folgende Gestalt geben kann:

$$v = -\frac{\sin i \sqrt{1 - n^2 \sin^2 i} - n \sin i \cos i}{\sin i \sqrt{1 - n^2 \sin^2 i} + n \sin i \cos i},$$

oder, wenn man unten und oben mit dem Nenner multiplicirt:

$$v = -\frac{\sin^2 i(1 - n^2 \sin^2 i) + n^2 \sin^2 i \cos^2 i - 2n \sin^2 i \cos i \sqrt{1 - n^2 \sin^2 i}}{\sin^2 i(1 - n^2 \sin^2 i) - n^2 \sin^2 i \cos^2 i}$$

oder:

$$v = -\frac{1 - n^2 \sin^2 i + n^2 \cos^2 i - 2n \cos i \sqrt{1 - n^2 \sin^2 i}}{1 - n^2 \sin^2 i - n^2 \cos^2 i}.$$

So lange $n^2 \sin^2 i$ kleiner als 1 ist, wird dieser Werth von v reell; ist $n^2 \sin^2 = 1$ wird er:

$$-\frac{n^2 \cos^2 i}{-n^2 \cos^2 i}, \text{ oder } +1,$$

d. h. die Gesammtheit des einfallenden Lichts wird reflectirt.

Wenn aber $n^2 \sin^2 i$ gröſser als 1 ist, so kommt die Wurzelgröſse $\sqrt{1 - n^2 \sin^2 i}$, welche im vorhergehenden Fall verschwand, wieder zum Vorschein, ist aber, statt reell zu seyn wie vorhin, jetzt imaginär. Setzen wir nun diese Wurzelgröſse unter die Form:

$$\sqrt{n^2 \sin^2 - 1} \,.\, \sqrt{-1}$$

und den Werth von ϱ unter die:

$$\varrho = \frac{1 - n^2 \sin^2 i + n^2 \cos^2 i}{-1 + n^2 \sin^2 i + n^2 \cos^2 i} + \frac{-2n \cos i \sqrt{n^2 \sin^2 i - 1} \times \sqrt{-1}}{-1 + n^2 \sin^2 i + n^2 \cos^2 i}$$

oder:

$$\varrho = \frac{-1 + n^2 - 2n^2 \sin^2 i}{n^2 - 1} - \frac{2n \sqrt{1 - \sin^2 i} \cdot \sqrt{n^2 \sin^2 i - 1} \cdot \sqrt{-1}}{n^2 - 1} \quad \ldots \quad (A)$$

Man sieht, dieser Werth von ϱ ist die Summe einer reellen und einer imaginären Gröſse. Wenn $n^2 \sin^2 = 1$, so verschwindet das imaginäre Glied, und das reelle Glied wird gleich 1. Sobald aber $n^2 \sin^2 i$ gröſser als 1 ist, schlieſst zwar der Werth von ϱ noch ein imaginäres Glied ein, und das reelle Glied wird kleiner als 1; allein dennoch ist gewiſs, nach der Theorie *) wie nach der Erfahrung, daſs die Gesammtheit des einfallenden Lichts noch reflectirt wird. Andererseits ist in dem Mittel, welches die reflectirten Strahlen durchlaufen, nichts geändert; es ist immer das erste Mittel. Wir wissen demnach im Voraus, daſs der gemeinschaftliche Coëfficient der absoluten Geschwindigkeiten der Molecüle in den reflectirten Wellen reell und gleich *eins* seyn muſs. Was bedeutet also das imaginäre Glied in dem Coëfficienten ϱ? — Ohne Zweifel bedeutet es, daſs die Vibrationsperioden der reflectirten Wellen, welche in der Basis der Rechnung als coïncidirend *an der Oberfläche* für die einfallenden und reflectirten Wellen betrachtet wurden, nicht mehr coïncidiren. In der That, wenn dieſs die richtige Auslegung des imaginären Ausdrucks ist, so muſs die Analyse, da sie in ihren Antworten die Grundvoraussetzung

*) Mittelst des Interferenzprincips beweist man leicht (wenigstens für einen Punkt, der sich, verglichen mit einer Undulationslänge, in sehr groſser Entfernung von der brechenden Fläche befindet), daſs das durchgelassene Licht in diesem Falle Null ist, und folglich, mittelst des Princips der Erhaltung lebendiger Kräfte, daſs das reflectirte Licht dem einfallenden Lichte gleich seyn muſs.

von dieser Coïncidenz nicht verlassen kann, nothwendig für den Coëfficienten der absoluten reflectirten Geschwindigkeiten eine imaginäre Gröfse geben. Denn wenn man den von der Fläche aus durchlaufenen Weg mit x bezeichnet, und mit $sin(a+x)$ die absolute Geschwindigkeit eines Punkts der reflectirten Welle in der Entfernung x, im Fall ihre Vibrationsperioden an der Oberfläche mit denen der einfallenden Welle coïncidirten; so wird, wenn diese Perioden in der reflectirten Welle um eine gewisse Gröfse zurückgeschoben oder vorgerückt werden, die absolute Geschwindigkeit desselben Punktes seyn: $sin(a'+x)$. Wie nun aber auch der reelle Coëfficient A, mit dem man $sin(a+x)$ multiplicirt, beschaffen seyn mag, so kann man doch niemals $A\,sin(a+x)$ gleich $sin(a'+x)$ machen für alle Werthe von x; d. h. wenn man fortfährt, die Vibrationsperioden zu zählen, wie man anfangs gethan, so giebt es keinen reellen Coëfficienten, der im Stande wäre die absoluten Geschwindigkeiten darzustellen, mit denen die verschiedenen Molecüle des Mittels in jedem Augenblick vermöge der reflectirten Wellen begabt sind.

Diefs gesetzt, und immer derselben Idee folgend, können wir uns das reflectirte Wellensystem als zerlegt denken in zwei andere, welche um eine Viertelundulation verschieden sind, und von welchen das eine an der Oberfläche immer diejenige Coïncidenz der Periode in seinen Vibrationen mit denen der einfallenden Wellen besitzt, welche wir ursprünglich in unserem Calcüle annahmen, oder, mit anderen Worten, unmittelbar an der Trennungsfläche beider Mittel reflectirt wird. Wenn die Form, auf welche wir den Werth von v zurückführten, diese beiden Coëfficienten sichtbar machen soll, mufs das Quadrat des ersten Gliedes:

$$\frac{1-n^2 sin^2 i+n^2 cos^2 i}{-1+n^2},$$

addirt zum Quadrat des zweiten:

$$\frac{-2n\cos i\sqrt{n^2\sin^2 i-1}}{-1+n^2},$$

welcher in dem Werth von ϱ mit dem imaginären Factor $\sqrt{-1}$ behaftet ist, eine der Einheit gleiche Summe geben; und diefs ist auch wirklich der Fall. Wir können also, mit der wohl begründeten Hoffnung uns nicht zu irren, die Lage des reflectirten Wellensystems nach diesen beiden Componenten-Systemen bestimmen; das eine von diesen, das von der Fläche selbst ausgeht, hat für den Coëfficienten seiner absoluten Geschwindigkeiten:

$$\frac{1+n^2-2n^2\sin^2 i}{n^2-1};$$

das andere, das von dem ersteren um eine Viertelundulation abweicht, hat zum Coëfficienten:

$$\frac{-2n\sqrt{1-\sin^2 i}\sqrt{n^2\sin^2 i-1}}{n^2-1}.$$

Nachdem auf diese Weise die Lage des resultirenden Wellensystemes bestimmt ist, würde das directeste Verfahren zur Prüfung der Ergebnisse der Rechnung darin bestehen, dafs man durch Interferenz vergliche den Gangunterschied zweier benachbarten Strahlen, von denen einer die totale Reflexion unter einer gegebenen Neigung erlitten hätte, der andere aber, unter derselben Neigung und an derselben Fläche, nur partiell reflectirt worden wäre, mittelst der Berührung des Einfallspunktes mit einer lichtbrechenden Flüssigkeit. Ich habe noch nicht Zeit gehabt zur Anstellung dieses Versuches; und da es Hauptgegenstand meiner theoretischen Untersuchungen war, das Gesetz der Modificationen, die dem polarisirten Licht durch die totale Reflexion eingeprägt werden (Modificationen, abhängig von dem Unterschiede in der Lage, welchen diese Reflexion zwischen den nach der Einfallsebene polarisirten und den senkrecht gegen diese Ebene polarisirten Wellen hervorruft), zu entdecken, so habe ich es für nothwendig gehalten, zuerst diesen Unterschied zu

berechnen, dann zu sehen, ob er mit den mir bekannten Thatsachen übereinstimme, und endlich die Richtigkeit des allgemeinen Ausdrucks durch neue Versuche zu prüfen.

Um die Coëfficienten der beiden das reflectirende Licht componirenden Wellensysteme zu erhalten für den Fall, daſs die einfallenden Strahlen senkrecht gegen die Reflexionsebene polarisirt sind, muſs man auf die Formel (2) die Transformationen und Schlüsse anwenden, welche schon bei der Formel (1) gebraucht wurden. Zuerst müssen wir die imaginären Gröſsen aus dem Nenner fortschaffen, indem wir unten und oben mit dem Zähler multipliciren. Dieſs giebt:

$$\rho^2 = -\frac{sin^2 i\, cos^2 i + sin^2 i'\, cos^2 i' - 2 sin\, i\, cos\, i\, sin\, i'\, cos\, i'}{sin^2 i\, cos^2 i - sin^2 i'\, cos^2 i'}$$

welcher Ausdruck unter die Form gebracht werden kann:

$$\rho = -\frac{cos^2 i + n^2(1 - n^2 sin^2 i) - 2n\, cos\, i \sqrt{n^2 sin^2 i - 1} \times \sqrt{-1}}{cos^2 i + n^2(n^2 sin^2 i - 1)}$$

oder

$$\rho = +\frac{(n^4+1)n^2 sin^2 i - n^2 - 1}{(n^2-1)[(n^2+1)sin^2 i - 1]}$$
$$+\frac{2n\sqrt{(1 - sin^2 i)(n^2 sin^2 i - 1)} \times \sqrt{-1}}{(n^2-1)[(n^2+1)sin^2 i - 1]} \quad .\,. \,(B)$$

Wir betrachten demnach das reflectirte Licht als zusammengesetzt aus zwei Wellensystemen, die um eine Viertelundulation getrennt sind, und von denen das eine, welches von der Oberfläche ausgeht, zum Coëfficienten seiner absoluten Geschwindigkeiten hat:

$$\frac{(n^4+1)sin^2 i - n^2 - 1}{(n^2-1)[(n^2+1)sin^2 i - 1]}$$

und das andere:

$$\frac{2n\sqrt{(1 - sin^2 i)(n^2 sin^2 i - 1)}}{(n^2-1)[(n^2+1)sin^2 i - 1]},$$

und wirklich findet man, daſs die Summe der Quadrate dieser beiden Coëfficienten gleich 1 ist.

Um sie zu vereinfachen, ersetze man die Constante

n^2 durch c, und die Variable $sin^2 i$ durch x; alsdann werden sie:

$$\frac{(c^2+1)x-c-1}{(c-1)[(c+1)x-1]} \text{ und } \frac{2\sqrt{c(1-x)(cx-1)}}{(c-1)[(c+1)x-1]}$$

Durch einen gleichen Umtausch der Buchstaben in der Formel (A), hat man:

$$\frac{c+1-2cx}{c-1} \text{ und } \frac{-2\sqrt{c(1-x)(cx-1)}}{c-1}$$

für die entsprechenden Coëfficienten, für den Fall, wo das einfallende Licht nach der Einfallsebene polarisirt ist.

Man weifs, dafs zur Bestimmung der Lage eines jeden der beiden resultirenden Wellensysteme, wenn diese beiden componirenden Wellensysteme wie hier um eine Viertelundulation getrennt sind, der Interferenzcalcül durchaus dem Calcül ähnlich ist, welchen man in der Statik gebraucht, um die Resultante zweier unter sich rechtwinklicher Kräfte zu finden. Wenn man demnach die Undulationslänge durch einen ganzen Kreisumfang darstellt, und durch den Winkel α den Abstand, welcher die homologen Punkte des resultirenden und des componirenden, an der Fläche reflectirten Systems darstellt, so hat man für den Fall, wo das einfallende Licht nach der Reflexionsebene polarisirt ist:

$$\cos\alpha = \frac{c+1-2cx}{c-1}$$

und

$$\sin\alpha = \frac{-2\sqrt{c(1-x)(cx-1)}}{c-1}$$

und bezeichnet man durch den Winkel β den Abstand des resultirenden Wellensystems vom componirenden an der Oberfläche reflectirten Wellensystems für den Fall, dafs das einfallende Licht senkrecht gegen die Einfallsebene polarisirt ist, so hat man:

$$\cos\beta = \frac{(c^2+1)x-c-1}{(c-1)[(c+1)x-1]}$$

und

und $$\sin\beta = \frac{2\sqrt{c(1-x)(cx-1)}}{(c-1)[(c+1)x-1]}.$$

Um das Intervall, welches die correspondirenden Punkte der beiden resultirenden Wellensysteme trennt, d. h. ihren Gang-Unterschied, zu erhalten, braucht man nur $\alpha-\beta$ zu berechnen, was leicht geschieht mittelst der Formel:

$$\cos(\alpha-\beta) = \cos\alpha\cos\beta + \sin\alpha\sin\beta,$$

setzt man an die Stelle $\cos\alpha$, $\sin\alpha$, $\cos\beta$, $\sin\beta$ ihre Werthe, so hat man:

$$\cos(\alpha-\beta) = \frac{(c+1-cx)[(c^2+1)x-c-1]-4c(1-x)(cx-1)}{(c-1)^2[(c+1)x-1]}$$

oder, wenn man die Multiplicationen im Zähler ausführt, und nach x ordnet:

$$\cos(\alpha-\beta) = \frac{-2c(c-1)^2x^2+(c+1)(c-1)^2x-(c-1)^2}{(c-1)^2[(c+1)x-1]}$$

oder endlich, wenn man oben und unten durch $(c-1)^2$ dividirt:

$$\cos(\alpha-\beta) = \frac{-2cx^2+(c+1)x-1}{(c+1)x-1}.$$

Bei Anwendung dieser Formel mufs man sich erinnern, dafs x das Quadrat des Sinus der inneren Incidenz ist, c das Quadrat des Refractionsverhältnisses, und dafs der Bogen $\alpha-\beta$, dividirt durch den Kreisumfang, den Bruchwerth einer Undulation bezeichnet, um welchen, nach geschehener Reflexion, das senkrecht auf der Einfallsebene polarisirte Wellensystem gegen das nach dieser Ebene polarisirte System voraus oder zurück ist; denn das Zeichen des Bogens $\alpha-\beta$ kann nur durch seinen Cosinus angedeutet werden.

Die Formel (2), welche uns den Coëfficienten der absoluten Geschwindigkeiten in der reflectirten Welle gegeben hat, für den Fall, dafs die einfallenden Strahlen senkrecht gegen die Reflexionsebene polarisirt sind, bietet in der Auslegung ihres Zeichens eine kleine Schwierigkeit dar, welche, beim ersten Anblick, glauben machen

könnte, sie stimme nicht mit den Beobachtungen über die Ablenkung der Polarisationsebene bei äufserer Reflexion überein. Zum besseren Verständnifs wollen wir den Fall nehmen, wo der Winkel i fast gleich 90° ist, d. h. wo die einfallenden Strahlen fast parallel sind der Fläche; man weifs, dafs dann die Polarisationsebene der reflectirten Strahlen auf der Verlängerung der einfallenden Strahlen liegt. Indefs der Werth:

$$v = -\frac{\sin i \cos i - \sin i' \cos i'}{\sin i \cos i + \sin i' \cos i'}$$

wird dann $v = +1$, während die andere Formel:

$$v = -\frac{\sin i \cos i' - \sin i' \cos i}{\sin i \cos i' - \sin i' \cos i}$$

in demselben Falle $v = -1$ giebt. Beim ersten Anblick würde diefs anzudeuten scheinen, dafs, am Einfallspunkte, das erste Wellensystem seine Vibrationen in gleicher Richtung, und das zweite Wellensystem in entgegengesetzter Richtung wie der einfallende Lichtbündel ausführte, woraus eine zusammengesetzte Bewegung erfolgen würde, senkrecht gegen die des Vereins beider einfallenden Bündel. Allein, man mufs erwägen, dafs diese Auslegung des Zeichens wohl wahr ist für die nach der Einfallsebene polarisirten Strahlen, da bei diesen, für jede Neigung derselben, die Vibrationen immer parallel sind in den einfallenden, durchgelassenen und zurückgeworfenen Wellen; dafs man aber nicht so das Zeichen + im zweiten Fall verstehen darf, wo im Allgemeinen die Richtung der reflectirten Wellen einen gewissen Winkel mit der der einfallenden Vibrationen macht. Wenn die Strahlen senkrecht sind auf der Fläche, fallen diese beiden Richtungen zusammen; allein in dem Maafse als die Schiefe zunimmt, weichen sie aus einander, und endlich fallen sie auf's Neue an der andern Gränze zusammen, nachdem jede von ihnen 90°, oder beide zusammen 180° beschrieben haben, woraus man schon schliefsen konnte, dafs das Zeichen des Werthes von v auf entgegengesetzte Weise ausgelegt werden mufs.

Gehen wir zu der Gleichung zurück, durch welche wir ausgedrückt haben, dafs die horizontale Componente der absoluten Geschwindigkeit der durchgelassenen Welle gleich ist der Summe der der einfallenden und reflectirten Welle, diese mit ihrem Zeichen genommen, oder dafs das positive oder negative Zeichen der letzteren anzeigt, dafs sie die Molecüle parallel der Fläche in gleicher oder in entgegengesetzter Richtuug, wie die einfallende Welle fortführt. Betrachten wir nun den Fall, wo die Strahlen die Neigung für die vollständige Polarisation überschritten haben, also der Werth von v positiv geworden ist. Sey IC (Fig. 2. Taf. I.) die einfallende Welle, welche die reflectirte Welle IR erzeugt hat, so ist durch den blofsen Anblick der Zeichnung klar, dafs die Componenten der beiden absoluten Geschwindigkeiten parallel der Fläche AB gleiches Zeichen haben, in gleicher Richtung wirken, d. h. dafs, wenn die absolute Geschwindigkeit, welche nach IC wirkt, das Molecüle I vom unteren Mittel zu entfernen strebt, die absolute Geschwindigkeit der reflectirten Welle, welche nach IR wirkt, dasselbe in diefs Mittel zu bringen sucht, und dafs folglich an der Gränze, wenn die Strahlen parallel der Fläche und die Wellen senkrecht gegen dieselbe sind, die absoluten Geschwindigkeiten dieser genau in entgegengesetzten Richtungen wirken. Weil also, nach unseren Rechnungen, die absolute Geschwindigkeit gleiches Zeichen hat wie ihre horizontale Componente, so werden wir uns erinnern, dafs ein positiver Werth von v blofs die Aehnlichkeit des Zeichens in den horizontalen Componenten der einfallenden und reflectirten Wellen anzeigt, oder, was einfacher ist für den uns beschäftigenden Fall, wir ändern das Zeichen von v, in der Uebereinkunft, dafs die absoluten Geschwindigkeiten in den einfallenden und reflectirten Wellen dasselbe Zeichen erhalten, wenn sie die Molecüle nach gleicher Seite von der Fläche fortstofsen, ungleiches Zeichen aber, wenn

die eine die Molecüle in das erste Mittel, die andere in das zweite Mittel treibt.

Diefs gesetzt, verändert man das Zeichen beim Werthe von v, im Fall die einfallenden Strahlen senkrecht gegen die Reflexionsebene polarisirt sind, so ändert es sich auch bei $\sin\beta$ und $\cos\beta$, folglich auch beim Werthe von $\cos(\alpha-\beta)$, welcher wird:

$$\cos(\alpha-\beta)=\frac{2cx^2-(c+1)x+1}{(c+1)x-1} \quad . \quad . \quad (C)$$

Prüfen wir diese Formeln zunächst durch die uns bekannten Thatsachen. Wir wissen erstlich, dafs an den beiden Gränzen der totalen Reflexion keine partielle Depolarisation des einfallenden, nach dem Azimuth 45° polarisirten Strahls mehr stattfindet. Denn für die erste Gränze ist $n\sin i=1$, also $n^2\sin^2 i$ oder $cx=1$:

$$\cos(\alpha-\beta)=\frac{2x-1-x+1}{1+x-1}=1:$$

für die zweite Gränze, wenn die Strahlen parallel sind der Fläche, ist $x=1$, und

$$\cos(\alpha-\beta)=\frac{2c-c-1+1}{c+1-1}=1.$$

In beiden Fällen also ist der Winkel $\alpha-\beta$ gleich Null, oder gleich einer ganzen Anzahl Kreisumfänge. Folglich gieb es zwischen den beiden, parallel und senkrecht gegen die Einfallsebene polarisirten Wellensystemen, aus denen der reflectirte Bündel besteht, keine Gang-Verschiedenheit. Ihre Vereinigung mufs demnach ein Licht erzeugen, das, wie das einfallende, vollständig polarisirt ist, und zwar genau nach dem von der Erfahrung gegebenen Azimuthe. Wir wissen überdiefs, dafs unter der Incidenz 50° der Gangunterschied zwischen beiden Systemen der reflectirten Wellen gleich ist einer Achtelundulation, oder mindestens nur wenig davon abweicht. Wenn man nun in der Formel $\sin^2 50$ statt x setzt, und das Quadrat von 1,51, dem Refractionsindex des Spiegelglases von St. Gobain, statt c, so findet man:

$$cos(\alpha-\beta)=\frac{0,6456}{0,9248},$$

was für $\alpha-\beta$ den Bogen 45° 43',5 giebt, eine Gröfse, die fast einem Achtel-Kreisumfang gleich ist, da sie von ihm nur um ein Sechzigstel abweicht.

Ich hatte auch bei meinen älteren Beobachtungen gesehen, dafs die partielle Depolarisation, welche von einer einzigen Reflexion im Glase bewirkt wird, kaum diesen Punkt überschreitet, und dafs sie, nachdem sie, beim Vergröfsern der Neigung der einfallenden Strahlen, eine Zeit lang auf demselben Punkt verweilt hat, beständig abnimmt bis zur zweiten Gränze der totalen Reflexion, wo sie ganz unmerklich wird. Man kann, mit Hülfe der Formel (C) dieses *Maximum* berechnen, welches dem *Minimum* von $cos(\alpha-\beta)$ entspricht, wenn man dessen Ausdruck in Bezug auf x differenzirt und den Differentialcoëfficienten gleich Null setzt. Diefs giebt, nach mehreren Reductionen, $(c+1)x-2=0$, woraus man zieht $x=\frac{2}{c+1}$, und substituirt man diesen Werth von x in der Formel (C), so erhält man:

$$cos(\alpha-\beta)=\frac{8c}{(c+1)^2}-1.$$

Setzt man an die Stelle von c seinen Werth, so findet man 45° 56' $\frac{1}{2}$ als *Maximum* des Werthes von $\alpha-\beta$, was, wie man sieht, nur wenig gröfser ist als ein Achtel-Kreisumfang. Setzt man auch für c seinen Werth in die Formel x oder $sin^2 i=\frac{2}{c+1}$, so findet man $i=51°$ 20' $\frac{1}{3}$, und diefs ist der Einfallswinkel, welcher bei einer einzigen inneren Reflexion im Spiegelglase von St. Gobain das Maximum der partiellen Depolarisation erzeugt.

Nachdem ich mich hiedurch überzeugt, dafs die Formel (C) den allgemeinen Verlauf der Erscheinungen zwischen den beiden Gränzen der vollständigen Reflexion darstellt, und an diesen beiden Gränzen und bei der In-

cidenz 50° genau die längst von mir beobachteten Thatsachen giebt, stellte ich einige neue Versuche an, um die Formel für intermediäre Incidenzen zu prüfen. Der leichtst zu bestätigende Depolarisationsgrad ist der der vollständigen Depolarisation, weil er bei Untersuchung mit einem Kalkspath-Rhomboëder zwei gleich starke Bilder giebt, und zwei farblose Bilder, wenn man das Licht durch eine mit Terpenthinöl gefüllte Röhre gehen läfst. Deshalb habe ich bei den neuen Versuchen, welche ich hier mittheilen werde, immer gesucht durch eine Folge totaler Reflexionen zu dieser vollständigen Depolarisation zu gelangen.

Nach dem Maximum-Werth für $\alpha-\beta$, den wir so eben gefunden, und der den Achtel-Kreisumfang kaum um einen Grad übertrifft, bedarf man offenbar zweier totalen Reflexionen im Innern des Glases, wenn der Gangunterschied zwischen den beiden Bündeln eine Viertelundulation betragen soll. Ich wollte aus der Formel (*C*) genau die Incidenz ableiten, welche dieser Bedingung genügte, d. h. welche in aller Strenge einen Achtel-Kreisumfang als Unterschied bei jeder Reflexion gäbe. Damit die Formel auch bei andern Versuchen, wo die Zahl der Reflexionen beträchtlicher wäre, gebraucht werden könne, löste ich das Problem auf eine allgemeine Weise, indem ich den Cosinus irgend eines Stücks vom Kreisumfange, welchem man den Bogen $\alpha-\beta$ gleich machen wollte, mit a bezeichnete, und den Werth des $\cos(\alpha-\beta)$ dem gegebenen Cosinus a gleichsetzte, wodurch ich dann folgende Gleichung erhielt:

$$\frac{2cx^2-(c+1)x+1}{(c+1)x-1}=a,$$

oder

$$2cx^2-(c+1)x+1=a(c+1)x-a,$$

oder endlich:

$$x^2-\frac{(c+1)(a+1)x}{2c}+\frac{a+1}{2c}=0,$$

woraus:

$$x = \frac{(c+1)(1+a) \pm \sqrt{(1+a)[(c+1)^2(1+a)-8c]}}{4c} = sin^2 i; (D)$$

Man sieht, daſs x oder $sin^2 i$ im Allgemeinen zwei verschiedene Werthe hat, die nur, im Fall der Gangunterschied $\alpha - \beta$ ein Maximum wird, gleich werden, weil alsdann:

$$a = \frac{8c}{(c+1)^2} - 1 \text{ oder } a+1 = \frac{8c}{(c+1)^2},$$

oder

$$(c+1)^2(a+1) - 8c = 0,$$

und die Wurzelgröſse verschwindet.

Macht man a gleich $cos\,45^0$ oder $\sqrt{\tfrac{1}{2}}$, so findet man die beiden entsprechenden Werthe des Einfallswinkels: $i = 48^0\ 37'\tfrac{1}{2}$ und $i = 54^0\ 37'\tfrac{1}{3}$.

Da der erste dieser Werthe näher als der zweite an der ersten Gränze der vollständigen Reflexion liegt, welche für jede Strahlengattung eine andere ist, so fühlt man leicht, daſs er, nach dem Brechungsverhältniſs der gelben Strahlen berechnet, weniger ähnliche Resultate für die Strahlen anderer Brechbarkeit geben müsse. Man muſs daher dem zweiten Werth den Vorzug geben, wenn man Gleichförmigkeit haben will in den Modificationen, welche den verschiedenen Farbenstrahlen des weiſsen Lichts eingeprägt werden. Ich schnitt aus Spiegelglas von St. Gobain ein Parallepiped (Fig. 3. Taf. I.), an dem die Ein- und Austritts-Flächen den Winkel $54^0\ 37'$ mit den beiden andern Flächen machten, so daſs sie senkrecht waren gegen den nach dem Azimuth 45^0 polarisirten Strahl, welcher hier successiv zwei innere Reflexionen unter der berechneten Incidenz von $54^0\ 37'$ erlitt. Bei Untersuchung der ausfahrenden Strahlen mit einem Kalkspath-Rhomboëder fand ich die beiden Bilder beinahe farblos und von gleicher Stärke, in welches Azimuth ich auch den Hauptschnitt des Rhomboëders drehte.

Dieser Versuch, kaum mehr als eine Wiederholung mei-

ner älteren, aber eine genauere und von der Theorie erleuchtete, kann nicht als eine neue Bestätigung dieser angesehen werden, deshalb versuchte ich die nämliche Modification oder den Gangunterschied von einer Viertelundulation, erstlich durch drei, und dann dann durch vier totale Reflexionen zu erhalten.

Im ersten Fall mufs $\alpha - \beta$ gleich seyn einem Drittel-Quadranten, oder a gleich $\cos 30^\circ$. Dieser Werth, in der Formel (D) substituirt, giebt den Einfallswinkel i, der dieser Bedingung genügt, zu $43^\circ\ 10'\frac{2}{3}$ und $69^\circ\ 12'\frac{1}{3}$. Ich wollte die Richtigkeit dieser beiden Werthe von i durch den Versuch erproben, und liefs mir daher zwei Glas-Trapezoëder (Fig. 4. Taf. I.) schneiden, an dem die Ein- und Austritts Flächen in entgegengesetzter Richtung gegen die beiden reflectirenden Flächen neigten, in dem einen um $43^\circ\ 11'$, und in dem anderen $69^\circ\ 12'$, so dafs sie senkrecht waren gegen die einfallenden Strahlen und gegen die, welche in dem ersten Glase unter der Incidenz $43^\circ\ 11'$, und in dem zweiten unter $69^\circ\ 12'$ Incidenz reflectirt wurden.

Die erste Incidenz kommt dem Beginn der totalen Reflexion zu nahe, als dafs der Werth von $\alpha - \beta$ merklich variiren sollte von einer Strahlengattung zur andern. Auch bemerkte ich einige Spuren von Färbung in den beiden Bildern, als ich den ausfahrenden Bündel mit einem Kalkspath-Rhomboëder untersuchte; übrigens schien er mir so vollständig depolarisirt zu seyn, als man es nur erwarten konnte.

Das andere, nach der Incidenz $69^\circ\ 12'$ geschnittene Glas gab einen Bündel, der für die verschiedenen Strahlengattungen weit gleichförmiger modificirt war. Mit einem Kalkspath-Rhomboëder untersucht, gab er immer zwei weifse Bilder von gleicher Intensität, in welches Azimuth auch der Hauptschnitt des Krystalls gedreht wurde.

Darauf erzeugte ich dieselbe Modification durch vier

einander folgende Reflexionen. Dazu mufs $\alpha-\beta$ gleich einem Viertel-Quadranten, oder $a = cos\ 22^{0}\ 30'$ seyn. Diefs giebt für i die beiden Werthe:

$$i = 42^{0}\ 19'\ 50'' \text{ und } i = 74^{0}\ 41'\ 50''.$$

Der erste Werth von i war dem Beginn der totalen Reflexion (welche die gelben Strahlen bei $41^{0}\ 28'\ 20''$ Incidenz erleiden) so nahe, dafs ich im Voraus schon wufste keine farblosen Bilder mit ihm zu bekommen. Deshalb wandte ich den zweiten Werth an, indem ich aus Glas ein Parallelepiped wie Fig. 5. Taf. I. schneiden liefs, dessen Ein- und Austritts-Flächen den Winkel $74^{0}\ 42'$ mit den reflectirenden Flächen machten, und dessen Länge so berechnet war, dafs die Strahlen in seinem Innern vier totale Reflexionen unter der berechneten Incidenz erlitten. Ich erhielt auf diese Weise einen vollständig depolarisirten Strahl, d. h. einen, der die Circularpolarisation ganz vollständig besafs.

Ich wollte meine Formeln noch durch einen Versuch über die totale Reflexion an der Berührungsfläche von Glas und Wasser prüfen. Ich suchte zunächst den Maximum-Werth, den $\alpha-\beta$ durch diese Reflexion erhalten könnte, und fand 14^{0}, was der Incidenz $i = 69^{0}\ 34'$ entspricht. Sechs solcher Reflexionen möchten also hier nicht 90^{0} erreichen und genau eine ganz vollständige Depolarisation bewirken. Es bedürfte dazu wenigstens sieben, und da sie unter sehr schiefen Incidenzen statt haben würden, so hätte man eine Glasplatte von so grofser Länge nöthig, dafs zu befürchten stände, sie möchte, auch bei ganz guter Abkühlung des Glases, doch auf einem so langen Wege einen Gang-Unterschied zwischen den beiden Lichtbündeln erzeugen, der nicht von den totalen Reflexionen, sondern von einer sehr schwachen Doppelbrechung herrührte.

Deshalb zog ich es vor, zwei totale Reflexionen am Contact von Glas und Wasser zu combiniren mit zwei Reflexionen am Contact von Wasser und Luft, damit

diese die von den beiden ersten angefangene Depolarisation vervollständigten. Ich fand, dafs die Incidenz, welche bei innerer Reflexion blos am Glas $\alpha-\beta=31^\circ$ machte, war $i=68^\circ\ 27'$, die, wie man sieht, wenig abweicht von $i=69^\circ\ 34'$, welche Incidenz dem *Maximum* von $\alpha-\beta$ für den Contact des Glases mit Wasser entspricht. Da eine Gröfse in der Nähe ihres Maximums wenig variirt, so mufste ich bei Annahme der Incidenz $68^\circ\ 27'$ noch ganz nahe 14° haben für die Reflexion am Contact von Glas und Wasser. Wirklich habe ich durch die Rechnung $13^\circ\ 53'\frac{2}{3}$ gefunden, welche addirt zu 31° geben $44^\circ\ 53'\frac{2}{3}$, dessen Duplum $89^\circ\ 47'\frac{1}{3}$, wie man sieht, wenig von einem Viertel-Kreisumfang abweicht.

Ich liefs also aus Glas ein Parallelepiped schneiden, dessen Ein- und Austritts-Flächen unter $68^\circ\ 27'$ gegen die andern Flächen neigten, und dessen Länge so abgemessen war, dafs die zur Mitte der Vorderfläche einfallenden Strahlen nach vier innern Reflexionen unter der Incidenz $68^\circ\ 27'$ auch wieder zur Mitte der Hinterfläche hinaustraten, so dafs es hinreichte, das Parallelepiped so weit zu neigen, bis die Eintrittsfläche sich in der Mitte der Austrittsfläche spiegelte, um gewifs zu seyn, dafs die zum Auge gelangenden Strahlen wirklich unter der berechneten Incidenz reflectirt worden waren *). Wenn das Parallelepiped nur mit Luft in Berührung stand, gab der ausfahrende Lichtbündel, bei Untersuchung mit einem Kalkspath-Rhomboëder, zwei Bilder von veränderlicher und im Allgemeinen ungleicher Intensität, und man konnte wahrnehmen, dafs das Licht schon über den Punkt der Circularpolarisation hinaus war. Legte man aber ein Stück feuchten Papiers auf eine der reflectirenden Flächen, so erschien der ausfahrende Lichtbündel vollständig depolarisirt, d. h. circular polarisirt, übereinstimmend mit der Rechnung. Wenn man endlich beide reflectirenden Flä

*) Auf gleiche Weise regulirte ich die Länge anderer Glasstücke, die zu den vorhergehenden Versuchen angewandt wurden.

chen benetzte, so war das Licht nur theilweise depolarisirt, und man konnte an der Richtung der Ebene seiner partiellen Polarisation erkennen, dafs es sich diefsseits und nicht jenseits der vollständigen Depolarisation befand, was letzteres der Fall war, wenn keine der Flächen benetzt wurden.

Bis jetzt begnügte ich mich mit diesen fünf Versuchen, da sie, nebst meinen älteren, mir hinreichend die Genauigkeit der Formel (C) zu beweisen scheinen. Ohne Zweifel giebt sie auch einen getreuen Ausdruck für die sehr merklichen Farbenerscheinungen, welche man besonders nahe bei der gemeinschaftlichen Gränze der totalen und der partiellen Reflexion beobachtet, wenn man ein gegen die Reflexionsebene nach dem Azimuthe 45° polarisirtes Licht angewandt hat, und den ausfahrenden Lichtbündel mit einem Kalkspath-Rhomboëder untersucht *). Um die Formel für diesen Fall zu erproben, müfste man zunächst, nach den verschiedenen Brechbarkeitsgraden der einzelnen Farbenstrahlen, die verschiedenen Werthe von $\alpha - \beta$, welche der gegebenen Incidenz entsprächen, berechnen; und, wenn man dadurch den Gangunterschied zwischen den beiden ausfahrenden parallel und senkrecht gegen die Einfallsebene polarisirten Wellensystemen für die sieben Hauptfarbenstrahlen bestimmt hätte, würde man leicht mittelst der Interferenzformeln die Intensität berechnen, welche jede Strahlengattung im gewöhnlichen und ungewöhnlichen Bilde für jegliches Azimuth des Hauptschnitts des Rhomboëders haben mufs; und, wenn man die gefundenen Intensitäten in Newton's empirischer Formel, welche die aus einem Strahlengemeng ent-

*) Hr. Brewster hat diese Erscheinungen zuerst bemerkt. Allein nach der Art, wie er sie beschreibt, und nach den Gesetzen, welche er für sie annimmt, zu urtheilen, scheint es, als habe er mit diesen Erscheinungen der totalen Reflexion die gewöhnlichen Polarisationserscheinungen verwechselt, welche aus einer zufälligen Härtung der angewandten Prismen entstehen.

stehenden Farben angiebt, substituirt, würde man die Farben beider Bilder finden, und sehen können, ob sie mit der Beobachtung übereinstimmen.

Ungeachtet meine Untersuchungen über die Reflexion noch Manches zu wünschen übrig lassen, sowohl von Seiten der Theorie als hinsichtlich der Bestätigung durch den Versuch, so scheinen sie mir doch mit einem hohen Grad von Wahrscheinlichkeit die Richtigkeit der in dieser Abhandlung gegebenen Formeln darzuthun, sowohl durch die Zahl der genauen Thatsachen, durch welche sie schon bestätigt werden, als auch durch die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen, welche sie umfassen. Denn die Formeln (1) und (2) z. B., welche mit den bekannten Erscheinungen bei der Reflexion des polarisirten Lichts übereinstimmen, und durch Hrn. Arago's zwei sehr schätzbare Beobachtungen über die Intensität des unter sehr schiefen Incidenzen reflectirten Lichts bestätigt werden, stellen die Ablenkungen der Polarisationsebene, welche ich bei Reflexion des Lichts an der äufseren Fläche von Glas und Wasser beobachtete, noch sehr wohl dar, und diefs durch eine Deduction, welche eine unmittelbare und nothwendige Folgerung aus den theoretischen Ideen ist, die mich auf die Entdeckung dieser Formeln geführt haben. Was die Formel (C) betrifft, welche ich auch daraus abgeleitet habe, und welche das Gesetz der durch die totale Reflexion eingeprägten Modificationen darstellt, so mufs ich bekennen, dafs sie sich nicht auf eine so nothwendige Weise daraus ergiebt; allein sie scheint mir die natürlichste Auslegung zu seyn, wenn der Werth von v imaginär wird, und diese Auslegung, welche sich schon durch die Formeln selbst bewährt, wird überdiefs durch die fünf hier erwähnten Versuche, wie durch meine älteren Beobachtungen bestätigt.

Wollte man, statt des Versuchs zu errathen, was die Analyse mit den imaginär werdenden Formeln sagt, die Aufgabe strenge lösen, müfste man die Rechnung für

den Fall der vollständigen Reflexion von vorne anfangen, und darin die Bedingung ausdrücken, daſs die Vibrationsbewegung nicht in das zweite Mittel dringt, oder, wenn sie es thut, wie gewisse Versuche anzudeuten scheinen, wenigstens nur bis zu einem sehr geringen Abstande von der Berührungsfläche beider Mittel. Ich habe mir vorgenommen, künftig das Problem in seiner Ganzheit wieder aufzunehmen, und dabei die Mittel nicht blos an Dichtigkeit, sondern auch an Elasticität verschieden vorauszusetzen.

Ich beabsichtigte am Schlusse dieser Abhandlung die Interferenzrechnungen aus einander zu setzen, welche die den polarisirten Strahlen durch die vollständige Reflexion eingeprägte Vibrationsart unter einer sehr einfachen Gestalt darstellen. Allein, da es mir an Muſse fehlt, und die Rechnungen überdieſs keine Schwierigkeiten haben, so begnüge ich mich, die Hauptergebnisse derselben anzugeben.

Sobald der einfallende Strahl in Bezug auf die Reflexionsebene nach dem Azimuth 45° polarisirt ist, sind die beiden parallel und senkrecht gegen diese Ebene polarisirten Wellensysteme, aus denen das reflectirte Licht besteht, von gleicher Intensität. Hat man durch zwei oder mehrere totale Reflexionen einen Gang-Unterschied von einer Viertelundulation oder von einer ganzen und ungeraden Zahl von Viertelundulationen zwischen ihnen errichtet, so beschreiben die Molecüle um ihre Gleichgewichtslagen kleine Kreise, und zwar mit gleichförmiger Geschwindigkeit. Ist der Gang-Unterschied eine gerade Anzahl von Viertelundulationen, so beschreiben sie gerade Linien. Ist endlich dieser Unterschied keine gerade Zahl von Viertelundulationen, so beschreiben sie Ellipsen. Es sind auch noch Ellipsen bei einem Gang-Unterschiede von einer ganzen und ungeraden Zahl von Viertelundulationen, wenn die beiden Wellensysteme ungleiche Intensität besitzen, wie es der Fall seyn würde,

wenn das einfallende Licht nicht im Azimuth 45° gegen die Reflexionsebene polarisirt wäre, oder wenn die beiden polarisirten Wellensysteme sich unter irgend einem Umstande interferirten und ihre Polarisationsebenen dabei nicht rechtwinklig gegen einander wären.

IV. *Ueber die Polarisationswinkel am Kalkspath. Nachtrag zu dem im vorhergehenden Bande dieser Annalen mitgetheilten Aufsatz; von August Seebeck.*

Ich habe neulich in diesen Annalen (im Februarhefte d. J.) die von mir angestellten Messungen über die Einfallswinkel, bei welchen die Spiegelung auf Kalkspathflächen dem reflectirten Lichte die vollkommenste Polarisation verleiht, mitgetheilt, und die Formeln angegeben, durch welche sich die verschiedenen Werthe dieser Winkel darstellen lassen, ausgedrückt durch zwei Constanten, nämlich den Index der ordinären Brechung n und den der extraordinären m, und durch zwei Veränderliche, nämlich die Neigung der spiegelnden Fläche gegen die Axe des Kalkspaths, $90°-\lambda$, und den Winkel zwischen Hauptschnitt und Spiegelungsebene, π. Da diese Formeln blos empirisch gefunden, d. h. ohne eine theoretische Betrachtung nur aus den Messungen abgeleitet sind, so war es nächst der Forderung, daſs sie den beobachteten Werthen möglichst genau entsprechen, nur ihre möglichste Einfachheit, auf welche ich bei der Wahl derselben Rücksicht nahm. Da jedoch bei den nicht sehr beträchtlichen Winkelunterschieden diesen beiden Bedingungen durch verschiedene Formeln fast auf gleiche Weise genügt werden kann, so konnten die von mir gewählten nur als angenähert oder wahrscheinlich richtig betrachtet

werden, wie ich auch dort angeführt habe. Ich sprach daher am Schlusse jenes Aufsatzes die Hoffnung aus, durch fortgesetzte Beobachtungen in den Stand gesetzt zu werden, jene Formeln entweder zu bestätigen oder zu berichtigen. Diefs auf einem andern Wege, wenigstens für einen Theil derselben, zu leisten, ist der Zweck des gegenwärtigen Nachtrags.

Das Mittel dazu ist mir durch eine seitdem in den *Annales de chim. et phys. Mars* 1831 erschienene ältere Abhandlung Fresnel's (die diesem Aufsatz vorangeht) an die Hand gegeben. Fresnel hat hier mit dem Scharfsinn, den wir an allen seinen Arbeiten bewundern, die Schwierigkeiten, welche sich der Berechnung der Stärke des gespiegelten und gebrochenen Lichts im Vergleich mit der des einfallenden entgegensetzen, dadurch überwunden, dafs er für die nach seiner Hypothese senkrecht gegen den Strahl erfolgenden Aetherschwingungen einige vereinfachte Bedingungen annimmt. Die von ihm erhaltenen Formeln resultiren daher zunächst nicht als allgemein und mit aller Strenge erwiesen, aber ihre Richtigkeit erhält durch die Vergleichung mit den Beobachtungen die genügendste Bestätigung.

Fresnel's Schlüsse beziehen sich nur auf Körper von einfacher Strahlenbrechung; es ist aber nicht ohne Interesse, die analogen Betrachtungen auch auf Substanzen von doppelter Strahlenbrechung auszudehnen, und auch hier die Resultate derselben mit denen der Beobachtung zu vergleichen. Zu einer solchen Vergleichung können die am Kalkspath gemessenen Polarisationswinkel dienen. So wie nämlich aus Fresnel's Formeln für den Polarisationswinkel an einfachbrechenden Substanzen das von Brewster gefundene Gesetz der Tangenten folgt *), indem der Ausdruck für die Stärke eines

*) An der vollkommenen Richtigkeit dieses Gesetzes hatte Fresnel früher gezweifelt, wie man aus dem Supplement zur Uebersetzung von Thomson's Chemie, Paris 1822, S. 93, und diese Annalen, Bd. 88, S. 225, sieht.

gespiegelten Strahls, welcher senkrecht gegen die Spiegelungsebene polarisirt ist, $=0$ wird, wenn der Einfallswinkel gleich dem Complement des Brechungswinkels ist, so mufs eine Formel, welche die Stärke eines von einer Kalkspathfläche reflectirten Lichtstrahls ausdrückt, für den Polarisationswinkel $=0$ werden, wofern der einfallende Strahl in einer bestimmten Ebene polarisirt ist, welche aber hier im Allgemeinen nicht genau rechtwinklig gegen die Spiegelungsebene liegen darf. Diefs geht aus dem a. a. O. S. 292 angeführten Umstande hervor, dafs ein Strahl, welcher vor der Spiegelung nicht polarisirt war, wenn er durch die Spiegelung auf Kalkspath die vollkommenste Polarisation erlangt hat, im Allgemeinen nicht in der Reflexionsebene polarisirt ist, sondern in einer Ebene, welche mit dieser einen Winkel bildet, der je nach der Lage der Axe verschieden, aber immer nur klein ist, wenn die Spiegelung in Luft erfolgt. Diese kleine Ablenkung der Polarisationsebene wird $=0$, d. h. die Polarisationsebene fällt mit der Spiegelungsebene zusammen 1) auf allen Flächen, wenn der Hauptschnitt mit der Reflexionsebene coïncidirt, d. h. für jeden Werth von λ, wenn $\pi=0$ oder 180°, und 2) auf den der Axe parallelen Flächen auch dann, wenn diese Axe senkrecht gegen die Spiegelungsebene liegt, d. h. für $\lambda=90^\circ$ wenn $\pi=90^\circ$. Ich beschränke mich für jetzt darauf, nur auf diese Fälle eine der Fresnel'schen analoge Betrachtung auszudehnen, und die daraus sich ergebenden Formeln zu entwickeln, weil ich über die Lage der Polarisationsebene in den übrigen Fällen noch keine genaueren Messungen angestellt habe, und mir daher für diese die Data der Beobachtung noch nicht vollständig vorliegen.

Der Fall, auf welchen sich Fresnel's Betrachtungen am leichtesten übertragen lassen, ist der einer der Axe parallelen Fläche, wenn diese Axe senkrecht gegen die Einfallsebene liegt. Denn denkt man sich den einfallenden Strahl senkrecht gegen eben diese Ebene po-

la-

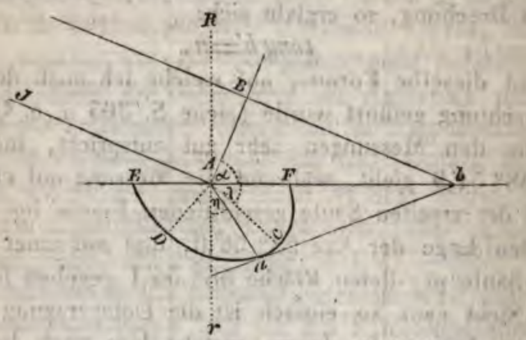
larisirt, so erleidet er bekanntlich keine extraordinäre, sondern nur die ordinäre Brechung; daher werden Fresnel's Formeln, wenn sie überhaupt für doppeltbrechende Substanzen erweitert werden dürfen, auf diesen Fall unmittelbar so übertragen werden können, als ob nur die ordinäre Brechung stattfände, und daher nur von dieser der Werth, welchen der Polarisationswinkel in diesem Falle annimmt, nach dem Gesetz der Tangenten abhängen. Bezeichnet also b diesen Werth und n den Index der ordinären Brechung, so ergiebt sich:

$$\tang b = n,$$

das ist dieselbe Formel, auf welche ich auch durch die Beobachtung geführt wurde (siehe S. 305 a. a. O.), und welche den Messungen sehr gut entspricht, indem sie $b = 58° 54',9$ giebt, während die Messung auf einer parallel der zweiten Säule geschliffenen Fläche bei der genannten Lage der Axe 58° 56',0, und auf einer der ersten Säule parallelen Fläche 58° 56',1 gegeben hatte.

Nicht ganz so einfach ist die Uebertragung auf die übrigen Fälle. In denen, welche hier noch betrachtet werden sollen, ist die Lage des Hauptschnitts der Einfallsebene parallel angenommen. Denkt man sich alsdann einen Strahl, rechtwinklig gegen eben diese Ebene polarisirt, auf irgend eine Fläche des Kalkspaths fallen, so erleidet derselbe bekanntlich keine ordinäre, sondern nur die extraordinäre Brechung, daher wird in diesem Falle die Stärke des gespiegelten Lichts überhaupt, und namentlich der Werth des Polarisationswinkels, nur von der extraordinären Brechung abhängen. Da diese von der mit $90° - \lambda$ bezeichneten Neigung der Fläche gegen die Axe abhängt, so wird der Polarisationswinkel verschieden seyn je nach dem Werthe von λ. Die extraordinäre Brechung ist aber auch auf einer und derselben Fläche verschieden, je nachdem der zwischen Hauptschnitt und Einfallsebene enthaltene Winkel π entweder $= 0$ oder $= 180°$; jedoch können diese beiden Fälle auch dadurch

unterschieden werden, dafs man die Neigung der Fläche gegen die Axe das eine Mal $=90-\lambda$, das andere Mal $=90+\lambda$, beidemal aber $\pi=0$ nimmt. Ich werde daher, um in den Formeln die aus den doppelten Werthen von π entstehenden doppelten Vorzeichen zu vermeiden, π immer $=0$ annehmen, wo dann also λ von -90° bis $+90^\circ$ wachsend zu denken ist. Es wird sich übrigens zeigen, dafs, übereinstimmend mit der Beobachtung, in diesen beiden Fällen die Formeln einerlei Werthe geben.



Es sey in obenstehender Figur $EAFb$ irgend eine Oberfläche und AD die Axe des Kalkspaths, also $\angle EAD = 90^\circ - \lambda$. Ferner sey IA und Bb die Richtung des einfallenden Lichts, und AB die Oberfläche der einfallenden Welle, so findet man die der extraordinär gebrochenen Welle, wenn man aus b die Tangente ba an eine Ellipse $FCDE$ zieht, deren kleine Axe AD, und die grofse AC dadurch bestimmt sind, dafs:

$$AD : AC : Bb = \nu : \mu : 1,$$

wo $\frac{1}{\nu}$ und $\frac{1}{\mu}$ der Index den ordinären Brechung am Kalkspath bezeichnen, also $\frac{1}{\nu}=n$ und $\frac{1}{\mu}=m$. Es ist alsdann Aa die Richtung des extraordinär gebrochenen Strahls und ab die Oberfläche der Welle. Daher ist $Bb : Aa$ das Verhältnifs der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten und $\triangle ABb : \triangle Aab$ das Verhältnifs des Volumens der in Schwingung versetzten Massen. Dächte man sich nun

(um ganz den Gang wie Fresnel zu nehmen) die ungleiche Fortpflanzung vor und nach der Brechung blos als Folge einer ungleichen Dichtigkeit des Aethers bei gleicher Elasticität, so würde

$$\frac{ABb}{Bb^2} : \frac{Aab}{Aa^2}$$

das Verhältnifs der in Schwingung versetzten Massen ausdrücken, und dann nach dem Princip der Erhaltung der lebendigen Kräfte:

$$\frac{ABb}{Bb^2} \cdot 1 = \frac{Aab}{Aa^2} \cdot u^2 + \frac{ABb}{Bb^2} \cdot v^2,$$

oder

$$\frac{ABb}{Bb^2}(1-v^2) = \frac{Aab}{Aa^2} \cdot u^2 \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

wenn man mit $1 : v : u$ das Verhältnifs der Schwingungsgeschwindigkeiten oder Amplituden für das einfallende, gespiegelte und gebrochene Licht bezeichnet. Nun kann zwar die Annahme einer gleichen Elasticität des Aethers hier auf keinen Fall gemacht werden; da indessen Fresnel bereits für einfach brechende Substanzen höchst wahrscheinlich gemacht hat, dafs die aus einer solchen Annahme resultirenden Formeln auch für ungleiche Elasticitäten gültig bleiben, so wird man auch mit Wahrscheinlichkeit annehmen dürfen, dafs die angegebene Gleichung noch richtig ist, wenn man die extraordinäre Brechung einer nach verschiedenen Richtungen ungleichen Elasticität des schwingenden Mittels zuschreibt.

Bezeichnet man nun den Einfallswinkel $IAR = BAb$ mit α, und den Brechungswinkel aAr mit η, und setzt $Ab = 1$, so ist:

$$Bb = \sin\alpha \qquad AB = \cos\alpha$$
$$AC = \mu \sin\alpha \qquad AD = \nu \sin\alpha$$
$$\angle aAC = 90 - (\lambda + \eta).$$

Hiernach ist:

$$Aa = \frac{\mu\nu}{\sqrt{\mu^2 \cos^2(\lambda+\eta) + \nu^2 \sin^2(\lambda+\eta)}} \cdot \sin\alpha,$$

was der Kürze wegen mit $P \sin \alpha$ bezeichnet werde. Es ist folglich:

$$Bb^2 : Aa^2 = 1 : P^2.$$

Nun ist:

$\triangle ABb = \frac{1}{2} \sin \alpha \cos \alpha$ und $\triangle Aab = \frac{1}{2} P \sin \alpha \cos \eta$,

folglich:

$$\frac{ABb}{Bb^2} : \frac{Aab}{Aa^2} = \cos \alpha : \frac{\cos \eta}{P},$$

daher geht die Gleichung (1) über in:

$$\cos \alpha (1 - v^2) = \frac{\cos \eta}{P} \cdot u^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Auf eine andere Gleichung zwischen denselben Gröſsen führt folgende Betrachtung. Die der brechenden Fläche parallele Componente der Schwingungsbewegung ist für den einfallenden Strahl $= \cos \alpha$, für den gespiegelten $= v \cos \alpha$, für den gebrochenen $= u \cos \eta$. Nach Frenel's Hülfshypothese ist die algebraische Summe der beiden ersteren gleich der letzten von diesen drei Gröſsen, also:

$$(1 + v) \cos \alpha = u \cos \eta$$
$$(1 + v)^2 \cos^2 \alpha = u^2 \cos^2 \eta.$$

Dividirt man mit dieser Gleichung in die Gleichung (2), so kommt:

$$\frac{1 - v}{1 + v} \cdot \frac{1}{\cos \alpha} = \frac{1}{P \cos \eta},$$

woraus sich ergiebt:

$$v = \frac{P \cos \eta - \cos \alpha}{P \cos \eta + \cos \alpha}$$

als Ausdruck für die Schwingungsgeschwindigkeit des gespiegelten Lichts.

Diese Gröſse wird $= 0$, wenn:

$$\cos \alpha = P \cos \eta,$$

und der Werth, welchen α in diesem Falle annimmt, muſs der gesuchte Polarisationswinkel seyn.

Um diesen Werth von α zu entwickeln, gebe man der letzten Gleichung die Gestalt:

$$\frac{1}{\cos^2\alpha}=\frac{1}{P^2\cos^2\eta}$$

und substituire für P seinen obigen Werth; es kommt alsdann:

$$\frac{1}{\cos^2\alpha}=\frac{B+A\,\mathrm{tang}^2\eta-2C\,\mathrm{tang}\,\eta}{\mu^2\nu^2},$$

wenn man

$$A=\mu^2\sin^2\lambda+\nu^2\cos^2\lambda$$
$$B=\nu^2\sin^2\lambda+\mu^2\cos^2\lambda$$

und $\qquad C=\sin\lambda\cos\lambda(\mu^2-\nu^2)$

setzt. Um nun η durch μ, ν, α und λ auszudrücken, hat man (nach Malus *Théorie de la double Réfr. p.* 140):

$$\mathrm{tang}\,\eta=\frac{\mu^2\nu^2\sin\alpha}{A\sqrt{A-\mu^2\nu^2\sin^2\alpha}}+\frac{C}{A}.$$

Substituirt man diesen Werth für $\mathrm{tang}\,\eta$ und setzt $1-\sin^2\alpha$ anstatt $\cos^2\alpha$, so erhält man:

$$\frac{1}{1-\sin^2\alpha}=\frac{\mu^2\nu^2\sin^2\alpha}{A(A-\mu^2\nu^2\sin^2\alpha)}+\frac{1}{A},$$

woraus sich ergiebt:

$$\sin^2\alpha=\frac{1-A}{1-\mu^2\nu^2}$$

$$\sin^2\alpha=\frac{(1-\mu^2)\sin^2\lambda+(1-\nu^2)\cos^2\lambda}{1-\mu^2\nu^2}\ \ldots\ (3)$$

als Ausdruck für den Polarisationswinkel für den Fall, daſs $\pi=0$ ist. Da aber diese Formel für $+\lambda$ und $-\lambda$ einerlei Werth giebt, so wird sie zufolge der oben (S. 129) gemachten Bemerkung auch für $\pi=180^\circ$ gelten, also allgemein für den Fall, daſs der Hauptschnitt der Spiegelungsebene parallel ist.

Vergleicht man diese Formel mit den Resultaten der von mir angestellten Messungen, so findet man nicht nur eine genügende Uebereinstimmung der darnach berechneten Werthe der Polarisationswinkel mit den beobachteten, sondern es werden durch sie auch die von mir blos aus der Beobachtung abgeleiteten Formeln zum Theil

vollkommen bestätigt, zum Theil auf eine nicht unerwartete Weise etwas abgeändert.

Setzt man nämlich in der gefundenen Gleichung $\lambda=90^\circ$, so erhält man für den Polarisationswinkel auf einer der Axe parallelen Fläche, welchen ich mit a bezeichnet habe:

$$\sin^2 a = \frac{1-\mu^2}{1-\mu^2\nu^2},$$

und setzt man $\lambda=0$, so erhält man für den Polarisationswinkel auf der gerade angesetzten Endfläche, den ich mit c bezeichnet habe:

$$\sin^2 c = \frac{1-\nu^2}{1-\mu^2\nu^2},$$

Diese beiden Gleichungen geben:

$$\tang a = \frac{1}{\mu}\sqrt{\frac{1-\mu^2}{1-\nu^2}} \quad \tang c = \frac{1}{\nu}\sqrt{\frac{1-\nu^2}{1-\mu^2}},$$

und wenn man für μ und ν ihre Werthe $\frac{1}{m}$ und $\frac{1}{n}$ setzt:

$$\tang a = n\sqrt{\frac{m^2-1}{n^2-1}} \quad \tang c = m\sqrt{\frac{n^2-1}{m^2-1}},$$

was die für diese beiden Fälle empirisch gefundenen und a. a. O. S. 306 angegebenen Formeln sind.

Mittelst der so eben gefundenen Werthe von $\sin^2 a$ und $\sin^2 c$ kann die Gleichung (3) ausgedrückt werden:

$$\sin^2 \alpha = \sin^2\lambda \sin^2 a + \cos^2\lambda \sin^2 c.$$

Nach dieser Gleichung ist also α zwischen a und c zu interpoliren. Durch die Beobachtung aber hatte ich gefunden (siehe S. 304 a. a. O.), dafs α zwischen a und c nach einer Gleichung von der Form:

$$f'(\alpha) = \sin^2\lambda \,.\, f'(a) + \cos^2\lambda \,.\, f'(c)$$

zu interpoliren sey, wo f' eine Function des Winkels sey, welche bei Differenzen von nur wenigen Graden den Winkeln selbst nahebei proportional ist. Da die Berechnungen mit den Beobachtungen am besten stimmten, wenn für f' entweder der Sinus oder die Cotangente gesetzt wurde, so wählte ich zwischen diesen bei-

den, und entschied mich einstweilen, bis eine genauere Prüfung verstattet sey, für die Cotangente. Die gegenwärtige Entwicklung setzt es aufser Zweifel, dafs sin^2 für f zu setzen ist, also dafs weder zwischen den Sinus noch den Cotangenten, sondern zwischen den Quadraten der Sinus interpolirt werden mufs. Diefs macht in den berechneten Werthen einen so geringen Unterschied, dafs die nach der gegenwärtigen Formel gemachten Berechnungen im Allgemeinen eben so gut, als die nach der früheren, mit den Beobachtungen stimmen, wie die folgende Tabelle zeigt, in welcher die berechneten Werthe die sind, welche aus der hier entwickelten Formel sich ergeben, und die beobachteten diejenigen von den früher mitgetheilten sind, welche für $\pi=0$ und $\pi=180°$ gelten.

Benennung der Fläche.	Werth von λ.	Berechnete Polarisationswinkel.	Beobachtete Polarisationswinkel.	Differenz zwischen Berechn. u. Beobacht.
2. Säule	89° 48′	54° 3′,4	54° 14′,9	+0° 11′,5
1. Säule	89 35	54 3,4	54 12,4	+0 9,0
1. schärf. Rhomb.	62 58	55 27,1	55 36,1	+0 9,0
Natürl. Bruchfl.	44 36,5	57 22,5	57 19,7	−0 2,8
Gegenrhomboëder	44 31	57 23,2	57 21,9	−0 1,3
Gegenrhomboëder	44 16,5	57 24,9	57 21,3	−0 3,6
1. stumpf. Rhomb.	25 58,5	59 25,9	59 19,0	−0 6,9
Geradanges. Endfl.	0 13	60 47,1	60 33,4	−0 13,7

Durch die aus Fresnel's Hypothese sich ergebenden Betrachtungen werden also von den a. a. O. S. 308 gegebenen sechs Gleichungen die mit (4), (5) und (6) bezeichneten bestätigt, und die mit (2) bezeichnete berichtigt. Die Gleichungen (1) und (3) bleiben einer ferneren Prüfung vorbehalten, und werden wahrscheinlich eine ähnliche Berichtigung erhalten. So weit aber, als ich die Vergleichung der Beobachtung mit jener Hypothese hier ausgedehnt habe, liefern die erhaltenen Re-

sultate einen neuen Beweis für die Zulässigkeit des von Fresnel eingeschlagenen Weges zur Berechnung der Stärke des gespiegelten und gebrochenen Lichts, indem sie zeigen, dafs auch an den Körpern von *doppelter* Strahlenbrechung ein gleicher Gang befolgt werden darf.

V. *Beschreibung eines Maximumthermometers und einiger damit angestellten Versuche in einem Bohrloche zu Rüdersdorf;*
von G. Magnus.

Die Untersuchung über die Temperatur im Innern unserer Erde ist ohne Zweifel eine der wichtigsten und interessantesten, die in diesem Jahrhundert die Geognosten und Physiker beschäftigt hat.

Ueberall hat man sich bemüht, die Ansicht, welche durch Werner's Hypothese von der neptunischen Bildung der Gebirgsarten gänzlich verdrängt war, nämlich, dafs die Temperatur mit der Tiefe zunehme, durch neue Beobachtungen nachzuweisen, und wenigstens annähernd diese Zunahme zu bestimmen. Gegenwärtig möchte wohl Niemand mehr an der Richtigkeit dieser Zunahme zweifeln, da sie durch Beobachtungen in Bergwerken der alten und neuen Welt ganz unwidersprechlich dargethan ist. Indessen ist es noch nicht lange her, dafs man sich bemüht hat, die beobachteten höheren Temperaturen von verschiedenen zufälligen Umständen herzuleiten. So z. B. hat sich noch der Dr. Forbes genöthigt gesehen, durch Berechnungen nachzuweisen, dafs weder durch die Arbeiter, noch durch die Lampen derselben, noch auch durch das zum Sprengen in den Gruben von Cornwallis angewandte Pulver mehr als ein Achtel von der Wärme erzeugt werden könne, die nothwendig wäre zur Erwär-

nung der Grubenwasser, um 15° F., d. i. von 52° F., der mittleren Temperatur des Bodens, bis auf 67° F., die sie wirklich zeigten. Dergleichen Berechnungen, die immer höchst unzuverlässig sind, werden überflüssig, und alle Gründe für zufällige Erwärmungen werden unstatthaft, wenn man in verlassenen, vielleicht gar mit Wasser angefüllten Schächten (worin auch von einem Luftzuge nicht mehr die Rede seyn kann), oder auf dem Boden von Bohrlöchern, oder in den jetzt so allgemein verbreiteten artesischen Brunnen, die Temperatur untersuchen könnte. Auch fehlt es hierzu nicht an Instrumenten, den sogenannten Thermometrographen; allein sie sind alle mehr oder weniger unvollkommen, und zumal bei Bohrlöchern, wo ein Stofsen und Schütteln beim Heraufziehen derselben unvermeidlich ist, fast ganz unanwendbar.

Viel besser thut man daher, für diesen Zweck die schon von Saussure *) vorgeschlagene Methode anzuwenden, nämlich die Kugel eines gewöhnlichen Thermometers mit wenig leitenden Substanzen zu umhüllen, und es, nachdem es längere Zeit in der zu untersuchenden Temperatur gelassen worden, so schnell als möglich wieder heraufzuziehen und sogleich zu beobachten. Allein wenn auch diese Vorrichtung in den meisten Fällen ihrem Zwecke ganz gut entspricht, so könnte es doch begegnen, dafs ein schnelles Heraufziehen des Thermometers unmöglich wäre, sey es wegen der grofsen Tiefe, bis zu der es hinabgelassen worden, oder wegen anderer localer Umstände, oder weil das Bohrloch so eng, dafs nicht Raum genug vorhanden wäre, um den Substanzen, welche die Thermometerkugel einhüllen, die gehörige Dicke zu geben. Für diese und ähnliche Fälle glaube ich, kann man sich mit Vortheil eines Instruments bedienen, dem ich den Namen Erdthermometer (*Geothermometer*) beilegen möchte. Von der Brauchbarkeit desselben habe ich mich durch Versuche überzeugt, die ich durch die

*) *Voyages dans les Alpes*, *T. V. p.* 323. §. 1392.

Güte des Hrn. O. B. H. Gerhard Gelegenheit hatte in einem Bohrloche anzustellen, das gegenwärtig auf Veranlassung der Königl. Oberberghauptmannschaft in den Kalkbergen bei Rüdersdorf getrieben wird.

Beschreibung des Geothermometers.

Das Erdthermometer besteht aus einem gewöhnlichen Thermometer TA (Fig. 1. Taf. II.), das oben bei T offen, und so getheilt ist, dafs sowohl der Nullpunkt desselben, als auch der Punkt T und jeder zwischenliegende Punkt den gleichnamigen Punkten irgend einer der bekannten Thermometerskalen entsprechen, so dafs, wenn man diefs Instrument in dieselbe Temperatur, mit einem nach derselben Skale getheilten Thermometer bringt, beide dieselbe Anzahl von Graden zeigen. Erwärmt man nun das Instrument bis zu einer Temperatur die höher ist als T, so wird ein Theil des in ihm enthaltenen Quecksilbers ausfliefsen, und bringt man es danach wieder in ein und dieselbe Temperatur mit dem nach derselben Skale getheilten Thermometer (das ich Normalthermometer nennen will), so wird es nicht mehr dieselbe, sondern eine niedrigere Anzahl von Graden zeigen als jenes. Aus der Differenz des Standes, den es wirklich hat, und dem, den es haben sollte, und der durch das Normalthermometer angezeigt wird, läfst sich leicht die Temperatur finden, bis zu der es erwärmt gewesen. Denn bei diesem Maximum der Temperatur, das ich der Kürze wegen mit x bezeichnen will, war das Instrument ganz, d. i. bis T, mit Quecksilber gefüllt; es war daher so viel Quecksilber herausgetreten, dafs es nur T^{0} zeigte, während das Normalthermometer x^{0} gezeigt haben würde. Es kommt also eigentlich nur darauf an, diese Differenz $x - T$ zu finden. Diese wird man aber leicht beobachten können, wenn man das Instrument mit dem Normalthermometer in eine Temperatur bringt, die geringer ist als x; denn das Instrument wird dann um so viel unter dem Normal-

thermometer stehen, als es bei der Temperatur x unter demselben gestanden hatte, nämlich um $T-x$, nur dafs dieses $T-x$ die gehörigen Correctionen erleiden mufs, da es hier nicht bei der Temperatur x, sondern bei einer niedrigeren gemessen wird.

Diese Betrachtung macht es auch zugleich anschaulich, dafs zur Bestimmung des Maximums der Temperatur keineswegs gerade das ursprüngliche Quecksilbervolumen, nach welchem das Instrument getheilt worden, und das es bei der Temperatur 0° gerade bis Null erfüllt, in demselben vor dem Versuche enthalten zu seyn brauche; sondern, dafs dieses Quecksilbervolumen gröfser oder kleiner seyn dürfe, wenn es nur hinreichend ist, das Instrument bei der Temperatur x^0 gänzlich, d. h. bis T zu füllen. Dieser Umstand aber, dafs die Bestimmung des Maximums unabhängig ist von der Quecksilbermenge, die vor dem Versuche in dem Instrumente enthalten gewesen, macht dasselbe eigentlich erst recht anwendbar. Denn man braucht nur dafür zu sorgen, dafs es nicht zu wenig Quecksilber enthalte, ohne dafs es auf die Quantität ankommt die man zu dem Ende einführt; und die ganze Beobachtung besteht nur darin, dafs man nach dem Versuche das Instrument mit dem Normalthermometer in ein und dieselbe Temperatur bringt, um den Stand von beiden zu verzeichnen.

Hiezu bedient man sich, in Ermangelung einer andern constanten Temperatur, am besten eines Eimers mit frischem Brunnenwasser, der bis zu der Zeit, wo die Thermometer einen unveränderlichen Stand angenommen haben, seine Wärme nicht ändert. Die Vergleichung in der Luft könnte durch unvorsichtige Annäherung des Körpers, oder durch Zug und andere zufällige Umstände leicht einen Irrthum veranlassen. Besonders hat man auch darauf zu achten, dafs das Instrument, nachdem es den Ort verlassen hat, dessen Temperatur x es annehmen soll, nicht noch höher erwärmt werde, bevor der Stand

desselben mit dem des Normalthermometers verglichen ist. Deshalb darf man sich bei Bohrlöchern oder verlassenen Schächten nicht blofs damit begnügen, die Temperatur der gröfsten Tiefe zu untersuchen, sondern man mufs auch die von verschiedenen anderen weniger tief liegenden Punkten bestimmen, um sicher zu seyn, dafs das Instrument sein Maximum nicht in einer geringeren Tiefe erreicht habe, als die, bis zu der es herabgelassen worden.

Man sieht leicht ein, dafs die Genauigkeit des Instruments zunächst davon abhängt, dafs von dem Quecksilber, das oben bei T durch die Erwärmung heraustritt, beim Erkalten nichts wieder zurückgehe. Diefs kann man nur erreichen, wenn man das Thermometerrohr bei T ganz fein auszieht und dann scharf abschneidet. Bei den Instrumenten, die ich besitze, ist die Oeffnung bei T so fein, dafs man sie kaum mit blofsen Augen sehen kann. Damit aber jedes aus derselben hervortretende Quecksilberkügelchen sogleich abfalle, ist die Spitze wie in Fig. 1. Taf. II. so gebogen, dafs sie horizontal steht. Die Thermometerröhre selbst hat einen ziemlich weiten inneren Durchmesser, und der daran geblasene Behälter ist so grofs, dafs jeder Grad der Skale (die hier die Reaumursche ist) 0,5 Zoll beträgt. Sollte also auch ein Quecksilberkügelchen an der Spitze hängen bleiben, ohne sogleich abzufallen, und sich beim Abkühlen wieder in das Thermometerrohr mit hineinziehen, so ist diefs wegen der Feinheit der Oeffnung, durch die es mit dem übrigen Quecksilber zusammenhängt, doch stets so klein, dafs es kaum $\frac{1}{20}$ eines solchen Grades beträgt. Uebrigens kann man bei Anfertigung des Instruments mit einiger Geschicklichkeit es leicht dahin bringen, dafs auch jede noch so geringe Menge Quecksilber sogleich beim Heraustreten abfalle.

Die Feinheit der Oeffnung bei T ist keinesweges ein Hindernifs, um neues Quecksilber einzufüllen, wenn etwa zuviel herausgetreten seyn sollte. Man legt zu dem

Ende das Instrument horizontal, paſst auf die alsdann vertical stehende Spitze einen kleinen Trichter in den man einige Tropfen ganz reines und vollkommen trocknes Quecksilber gieſst, und erwärmt die Kugel, bis das ganze Rohr mit Quecksilber gefüllt ist; läſst man sie alsdann wieder erkalten, so folgt das Quecksilber aus dem Trichter dem in der Röhre befindlichen bei seiner Zusammenziehung. Als Trichter nehme ich einen gewöhnlichen Kork, der oben so vertieft ist, daſs er einige Tropfen Quecksilber faſst und unten eine kleine Oeffnung hat, mit der er auf die Spitze bei T aufgepaſst wird. Fig. 4. Taf. II. stellt einen Durchschnitt desselben dar.

Um nun die für die Skale des Instruments nöthigen Punkte zu bestimmen, füllt man dasselbe auf die eben beschriebene Art mit Quecksilber, und bringt es, ohne den Trichter abzunehmen, mit dem Normalthermometer, nach dessen Skale es getheilt werden soll, in eine beliebige, unveränderliche Temperatur T. Wenn man sicher ist, daſs dasselbe diese Temperatur angenommen, nimmt man den Trichter mit dem überschüssigen Quecksilber ab, und bringt das Instrument zuerst in fein zerstoſsenes Eis, um den Nullpunkt desselben zu bestimmen, und darauf mit dem Normalthermometer in verschiedene Temperaturen, die zwischen 0° und T° liegen, um so viele Punkte der Skale als nöthig zu bestimmen. Sind diese Punkte einmal bestimmt, so kommt es nicht mehr darauf an, daſs gerade das Quecksilbervolumen, dessen Ausdehnung sie anzeigen (das schon oben das ursprüngliche Quecksilbervolumen genannt worden ist), in dem Instrumente bleibe, man braucht daher nun nicht mehr zu scheuen, dasselbe einer Temperatur auszusetzen, die höher ist als T.

Das Zufüllen von Quecksilber wird sehr erschwert, wenn das Thermometerrohr inwendig feucht werden sollte; man muſs deshalb dafür sorgen, daſs, besonders beim

Hinablassen des Instruments in Wasser, von diesem nichts durch die Oeffnung bei T eindringen könne. Um diefs zu vermeiden, befestige ich über die Röhre und die daran befindliche Messingskale eine enge Glasglocke hk, Fig. 3. Taf. II., deren oberes verschlossenes Ende die Spitze bei T so nahe als möglich berührt, und versehe dieselbe unten mit einer Oeffnung, damit das Wasser, wenn das Instrument in dasselbe hinabgesenkt wird, ungehindert seinen Druck auf die in der Glocke befindliche Luft ausüben könne. Wird diese nun hiedurch auch zusammengedrückt, so kann diese Zusammendrückung doch niemals so weit gehen, dafs das Wasser die Oeffnung bei T erreichen könnte.

Der Druck, der in der Tiefe auf das Instrument ausgeübt wird, wirkt auf das Thermometer sowohl von aufsen, als auch durch die Oeffnung bei T von innen. Dieser Druck mag daher noch so stark werden, man hat niemals eine Beschädigung des Glases durch denselben zu befürchten. Allein da das Glas und das Quecksilber demselben Druck ausgesetzt werden, die Zusammendrückbarkeit des Quecksilbers aber bedeutender als die des Glases ist, so wird um so viel weniger Quecksilber aus der Oeffnung bei T heraustreten, als dieser Unterschied der Zusammendrückbarkeit beträgt. Colladon und Sturm *) haben diese Gröfse bestimmt, und gefunden, dafs sie für den Druck von einer Atmosphäre 1,75 Milliontheile des angewandten Quecksilbervolumens beträgt. Hieraus kann man leicht berechnen, wie viel Quecksilber zu wenig aus dem Instrumente entwichen ist, und danach die Beobachtung corrigiren.

Man braucht zwar die Thermometerkugel des Instruments nicht gröfser zu machen, als die eines gewöhnlichen Thermometers; allein die zunehmende Gröfse derselben, von der auch die Gröfse der einzelnen Grade

*) *Ann. de chim. et de phys. T. XXXV p.* 113; und diese Ann. Bd. XII. S. 61.

der Skale abhängig ist, vermehrt die Genauigkeit, ohne Uebelstände herbeizuführen; da man doch jedenfalls das Instrument so lange an der zu untersuchenden Stelle lassen mufs, bis auch die gröfsere Quecksilbermasse die Temperatur derselben vollständig angenommen hat, wozu beiläufig nur etwa eine Viertelstunde erforderlich ist. Allein je gröfser die Kugel ist, um so leichter ist sie auch dem Zerbrechen ausgesetzt; man mufs daher Sorge tragen, sie gehörig zu verwahren. Diefs glaubte ich am besten auf die Weise zu erreichen, dafs ich statt der Kugel einen cylindrischen Quecksilberbehälter wählte, und denselben zwischen zwei Messingscheiben ab und cd, Fig. 2. Taf. II., einschliefse, die durch drei Schrauben ac, bd u. s. w. mit einander verbunden sind; in jede der beiden Scheiben ist eine Korkplatte eingelassen, so dafs der Cylinder nur von den Korkplatten berührt wird, in die er etwas versenkt ist. Der obere Kork ist durchbohrt, und durch die Oeffnung desselben geht das Rohr des Thermometers. Auf diesem sind die nach dem Normalthermometer bestimmten Punkte mit einem Diamant verzeichnet, damit, wenn man das Instrument aus einander nehmen sollte, man sich immer wieder überzeugen könne, dafs diese auch wirklich gerade über den entsprechenden Punkten der Messingskale liegen. Sollte dieses nicht genau der Fall seyn, so kann man es leicht dahin bringen, indem man die Schrauben ac, bd u. s. w. ein wenig anzieht oder nachläfst, wodurch die Messingskale, die nur auf die obere Platte cd aufgeschraubt ist, dem Cylinder genähert oder von ihm entfernt wird. Die Platte cd ist bei fg mit einem Schraubengewinde versehen, um auf dieses die Messinghülse h zu schrauben, in welche die Glasglocke hk eingekittet ist. Diese Messinghülse hat eine kleine Oeffnung, damit das Wasser bei vermehrtem Druck ungehindert in die Glocke eintreten könne.

Um nun den genauen Werth von x, der gesuchten

Temperatur, zu finden, so bezeichne man das ursprüngliche Quecksilbervolumen, wonach das Instrument getheilt worden, und daſs es bei 0° bis zum Nullpunkte füllt, mit V; und das Quecksilbervolumen, das nach dem Versuche in dem Instrumente enthalten ist, gleichfalls bei der Temperatur 0° betrachtet, mit V'; ferner sey t die Temperatur, in welche das Instrument zur Vergleichung mit dem Normalthermometer nach dem Versuche gebracht wird, und t' die Anzahl von Graden, welche das Instrument bei dieser Temperatur einnimmt; endlich sey $\frac{1}{\delta}$ die Ausdehnung des Quecksilbers für einen Grad der Skale, nach welcher das Instrument getheilt worden, so hat man folgende Gleichung:

$$V'\left(1+\frac{t}{\delta}\right)=V\left(1+\frac{t'}{\delta}\right),$$

weil das Volumen V' bei der Temperatur t denselben Raum einnimmt, den V, als das Instrument getheilt wurde, bei der Temperatur t' einnahm.

Ferner hat man die Gleichung:

$$V'\left(1+\frac{x}{\delta}\right)=V\left(1+\frac{T}{\delta}\right),$$

denn bei der Temperatur x hatte sich V' so ausgedehnt, daſs es das ganze Instrument erfüllte, d. h. denselben Raum einnahm, den V bei der Temperatur T eingenommen.

Dividirt man die obigen Gleichungen durch einander, so erhält man:

$$\frac{1+\frac{t}{\delta}}{1+\frac{x}{\delta}}=\frac{1+\frac{t'}{\delta}}{1+\frac{T}{\delta}}$$

oder:

$$\frac{\delta+t}{\delta+x}=\frac{\delta+t'}{\delta+T}$$

woraus sich ergiebt:

$$x = \frac{\delta + T}{\delta + t'}(\delta + t) - \delta,$$

oder:

$$x = \frac{(t - t' + T)\delta + tT}{\delta + t'}.$$

Da Colladon und Sturm den Unterschied in der Zusammendrückbarkeit des Quecksilbers und des Glases für den Druck einer Atmosphäre von $0^m,76$ Quecksilber oder $10^m,32$ Wasserhöhe zu $\frac{1,73}{1000000}$ gefunden haben; so beträgt die Quecksilbermenge, die durch den Druck von einer solchen Atmosphäre verhindert worden aus dem Instrumente zu entweichen $\frac{1,73}{1000000} \cdot V'$, und wenn man diese Gröfse in Graden des Instruments ausdrückt:

$$\frac{1,73 \cdot V'}{1000000} \cdot \frac{\delta}{V} \text{ Grade.}$$

Da nun V' nur um sehr wenig von V unterschieden ist, so kann man beide, ohne einen Fehler zu begehen, einander gleich setzen, und erhält dann:

$$\frac{1,73}{1000000} \cdot \delta.$$

Bezeichnet nun h die Höhe der Wassersäule, die, wenn das Instrument in die Tiefe hinabgelassen ist, auf dasselbe drückt, so ist, da $10^m,32 = 32,8$ preufs. Fufs:

$$\frac{h}{32,8}$$

diese Höhe in Atmosphären ausgedrückt, und folglich ist:

$$\frac{1,73}{1000000} \cdot \frac{\delta h}{32,8}$$

die Anzahl von Graden, um die sich das Quecksilber weniger ausgedehnt hat, als es sich ausgedehnt haben würde, wenn es diesem Drucke nicht ausgesetzt gewesen wäre, man mufs daher diese Gröfse noch zu dem obigen Werthe von x hinzufügen, wodurch dieser dann wird:

$$x = \frac{(t - t' + T)\delta + t\,T}{\delta + t'} + \frac{1{,}73}{1000000} \cdot \frac{\delta h}{38{,}8}$$

Da δ für alle gebräuchliche Thermometerskalen, selbst der Fahrenheit'schen, sehr grofs ist in Vergleich mit t, t' und T, so sind die nicht mit δ multiplicirten Glieder sehr klein, in Vergleich mit den übrigen, und können daher gänzlich vernachlässigt werden, wodurch man erhält:

$$x = t - t' + T + \frac{1{,}73}{1000000} \cdot \frac{\delta h}{32{,}8}$$

Bestimmung der Temperatur des Bohrlochs zu Rüdersdorf.

Das in *Rüdersdorf* getriebene Bohrloch geht durch den unter dem dortigen Kalkstein liegenden Gyps und den mit rothem Sandstein abwechselnden Thon, berührt also durchaus keine Gebirgsart, die durch chemische Zersetzung Wärme erzeugen könnte. Es ist gegenwärtig bis zu einer Tiefe von nahe 600′ unter dem Niveau des dortigen Sees (genannt der Kalksee) gelangt. Zur Erleichterung beim Auseinandernehmen des Bohrers hat man es vortheilhaft gefunden, auf der dicht neben dem Kalksee befindlichen Anhöhe einen Schacht von 80′ Tiefe anzulegen, dessen Sohle etwa 2′ über dem Niveau des Kalksees erhaben ist. Auf dieser Sohle beginnt das Bohrloch, das voll mit Wasser, einen vollständigen artesischen Brunnen bildet, indem fortwährend Wasser aus demselben auf die Schachtsohle ausläuft, und von da seinen Abflufs ohne Zweifel in den nahen See nimmt, dessen Wasserstand durch Schleusen ziemlich unverändert erhalten wird.

Am 3. Juli d. J. war die Temperatur der Luft unten im Schacht 9° R.; das ausfliefsende Wasser hatte indefs 10°,3 R. Ob es diese Temperatur während des ganzen Jahres unverändert behalte, ist bis jetzt noch ununtersucht. Allein für eine kurze Zeit ist dieselbe gewifs constant, und diefs benutzte ich, um wenigstens nach den ersten Versuchen, das Instrument mit dem Normal-

thermometer in das Bohrloch haltend, den Stand beider mit einander zu vergleichen. Da aber der enge Schacht keinen Luftzug hat, so erlöschten die Lampen, die gleich anfangs nicht recht brennen wollten, schon bei dem zweiten Hinabsteigen, wodurch die fernere Beobachtung der Thermometer in dem Schachte selbst unmöglich ward. Es wurde deshalb ein Eimer mit kaltem Wasser in den Schacht hinabgelassen, und in diesen das Instrument, sobald es aus dem Bohrloche herauskam, gesetzt, und mit ihm zu Tage heraufgezogen, um dort beobachtet zu werden. Auf dieselbe Weise wurde beim Hinablassen desselben verfahren. Für jeden Versuch blieb es eine Stunde an der Stelle des Bohrlochs, deren Temperatur untersucht werden sollte. Um es gehörig zu sichern, war es in eine Kapsel von sehr starkem Eisenblech eingeschlossen, die jedoch ganz mit Löchern versehen war, damit die Thermometerkugel unmittelbar vom Wasser berührt würde. Das Hinablassen geschah mittelst einer Leine, die von 50′ zu 50′ gezeichnet war, um danach die Tiefe zu bestimmen. Um diese Leine straff zu erhalten war das Instrument mit Gewichten beschwert; beim Aufstofsen desselben auf den Boden konnte man deutlich an der Leine fühlen, dafs die Gewichte hinreichend ihren Zweck erfüllten.

Das Thermometer, dessen ich mich bediente, ist nach Reaumür'scher Skale getheilt; es ist also $\delta = 5184$ *), und folglich $\frac{1{,}73}{1000000} \cdot \delta = 0{,}008968$; ferner ist $T = 11^\circ{,}1$, der oben angeführte Werth von x ist also für dieses Instrument:

$$x = t - t' + 11^\circ{,}1 + 0{,}0089 \cdot \frac{h}{32',8}$$

*) Dieser Werth von δ ist nach der Angabe von Dulong und Petit berechnet, die die scheinbare Ausdehnung des Quecksilbers für einen Grad der hunderttheiligen Skale zwischen 0° und 100° gleich $\frac{1}{6480}$ gefunden haben. (*Annales de chim. et de phys.* T. VII. p. 138.)

Ich habe die Temperatur für drei verschiedene Tiefen untersucht, nämlich für 655′, 500′ und 380′, von der Höhe aus gerechnet, auf der der Schacht angelegt ist. Es war daher *h*, d. i. die Höhe der Wassersäule, die auf das Instrument drückte, um so viel, als die Höhe des Schachts betrug, nämlich um 80′, geringer als die ihm entsprechenden Tiefen. Die Beobachtungen ergaben:

Für die Tiefe von

655′	$t=10^\circ,3$	$t'=5^\circ,7$	$h=575'$
	$t=10^\circ,1$	$t'=5^\circ,4$	
500′	$t=10^\circ,5$	$t'=7^\circ,5$	$h=420'$
380′	$t=10^\circ,2$	$t'=7^\circ,6$	$h=300'$

Und hieraus findet man für *x*

bei 655′ Tiefe	15°,8
	15°,9
- 500′ -	14°,2
- 380′ -	13°,7.

Da die Temperatur des aus dem Bohrloche ausfliefsenden Wassers 10°,3 R. zeigt, so nimmt die Temperatur desselben, auf 575′ Tiefe, um $15^\circ,9-10^\circ,3=5^\circ,6$ zu, d. i. um 1° für jede 100′. Berechnet man hienach die Temperaturen des Wassers bei 420′ und bei 300′ Tiefe, so erhält man 14°,5 und 13°,3, wovon die Beobachtungen nur wenig abweichen.

Beobachtungen über die mittlere Temperatur der Luft oder des Bodens von *Rüdersdorf* sind mir nicht bekannt; allein die mittlere Temperatur von *Berlin* kann nicht viel davon entfernt seyn, da *Rüdersdorf* nur wenig höher und nur etwa 4 Meilen nordwestlich von hier liegt. Hr. von Humboldt*) giebt die mittlere Temperatur der Luft von *Berlin* zu 6°,8 R., und die des Bodens zu 7°,6 R. an. Dieser letzte Werth für die mittlere Temperatur von *Rüdersdorf* genommen, gehört zwar mit mehr Wahrschein-

*) *Memoires d'Arcueil, T. III. p.* 600.

lichkeit dem Niveau des Sees an, als der Höhe, auf der sich der Schacht befindet. Da aber die Temperaturen beider Stellen nicht sehr von einander verschieden seyn können, so war ich zweifelhaft, ob ich für die Berechnung der Temperaturzunahme die Tiefen von dem Niveau des Sees oder von der Höhe aus messen sollte. Ich habe mich für das Letztere entschieden, weil es mir glaublich scheint, dafs die Temperatur der Schachtsohle, wiewohl sie in gleichem Niveau mit dem See, und nur einige hundert Schritte von demselben entfernt liegt, auch wenn sie nicht durch das ausfliefsende Wasser erhöht würde, dennoch bedeutender seyn müsse, als die mittlere Temperatnr an dem See; weil die Ausstrahlung, durch die sich die Erde allein abkühlt, in einem auf der Oberfläche liegenden Punkte bedeutender seyn mufs, als in einem darunter liegenden. Berechnet man die Temperaturzunahme $15°,9-7°,6=8°,3$ für 655', so erhält man 1°,25 R. für jede 100'.

Ein ähnliches Resultat hat auch H. Cordier *) bei Berechnung der Beobachtungen in den Gruben zu *Carmeaux, Decise* und *Littry* erhalten, und H. Kupffer **), der diese Beobachtungen mit den von ihm selbst und den in *Sachsen* unternommenen zusammenstellt, findet $25^{m},25$, etwa 80' als Zunahme der Tiefe für 1° R., was ganz mit der obigen Angabe übereinstimmt.

Legt man indefs für die Berechnung der Zunahme in *Rüdersdorf*, die Tiefe vom Niveau des Sees gemessen, zu Grunde, so erhält man 8°,3 R. für 575', oder 1°,44 R. für 100'. Eine so bedeutende Zunahme aber geben wenige der bekannten Beobachtungen, und man könnte daher glauben, dafs in *Rüdersdorf* die Temperatur von 15°,8 gar nicht der Tiefe angehöre, in der sie beobachtet worden, sondern dafs das Wasser, das oben

*) Diese Annalen, Bd. XII. S. 363.

**) Diese Annalen, Bd. XV. S. 159.

auf die Schachtsole ausfliefst, aus sehr grofser Tiefe kommend, dem Bohrloche jene höhere Temperatur mittheile. Aus welcher Tiefe das Wasser kommt, läfst sich freilich nicht mit Gewifsheit angeben, denn wiewohl das Bohrloch fast bis auf den Boden mit eisernen Röhren ausgesetzt ist, so schliefsen diese doch keinesweges so dicht, dafs nicht auch von den Seiten Wasser eindringen könnte. Was aber gegen das Hervorkommen des Wassers aus so grofser Tiefe spricht, ist, dafs dasselbe schon auszuströmen anfing, als man mit dem Bohren bis zu etwa 400′ gelangt war, also lange bevor man die gegenwärtige Tiefe erreicht hatte.

Wenn daher in *Rüdersdorf* eine bedeutendere Temperaturzunahme als an anderen Orten wirklich stattfindet, so scheint mir diese nicht durch das ausströmende Wasser hervorgebracht zu seyn, sondern vielmehr in dem Umstand seinen Grund zu haben, dafs dieser Ort nur etwa 150′ über der Meeresfläche erhaben ist, der Boden des Bohrlochs daher schon 420′ unter dem Meere liegt, nur wenige aber von den in Gruben angestellten Beobachtungen bis zu dieser Tiefe hinabreichen.

VI. *Ueber den Elektro-Magnetismus der Metallgänge in Cornwall;* *von R. W. Fox.*

(Im Auszuge aus den *Philosoph. Transact. f.* 1830, *pt. II. p.* 399.)

In der Vermuthung, dafs die mit der Tiefe zunehmende Temperatur vielleicht eine elektrische Action in den Erzgängen hervorrufe, hat Hr. Fox in den Gruben von Cornwall eine Reihe von Versuchen angestellt, aus der sich wirklich das Daseyn einer elektrischen oder elektromagnetischen Spannung in den Gängen zu ergeben scheint,

wenn gleich auch noch zweifelhaft bleiben mufs, wodurch eigentlich diese Spannung bewirkt werde, ob durch eine chemische Action, oder eine Temperaturdifferenz, oder sonst eine noch unbekannte Ursache.

Der angewandte Apparat bestand aus einem magnetischen Multiplicator, dessen Nadel $3\frac{1}{4}$ Zoll lang, $\frac{1}{8}$ Zoll breit und $\frac{1}{20}$ Zoll dick war, und von 25 Windungen eines $\frac{1}{30}$ Zoll dicken Kupferdrahts umgeben wurde. Die Enden dieses Drahts wurden durch Kupferdrähte von $\frac{1}{20}$ Zoll Dicke und von einer Länge, die nach den Umständen wechselte, oft aber 300 Faden betrug, mit zwei verschiedenen Punkten bald eines Ganges, bald zweier Gänge, in Berührung gebracht, und zwar, damit die Berührung recht vollkommen sey, durch kleine Kupferplatten, die gegen die aus Kupfererz bestehende Gangmasse gestemmt wurden.

Das Detail der Versuche hat Hr. F. durch eine Reihe von Holzschnitten zu erläutern gesucht, welche die Lage und Entfernung der Berührungspunkte des Ganges durch die Drähte, die Stellung des Multiplicators, die Gröfse und Richtung des elektrischen Stromes angeben. Da sie indefs ohne genaue Kenntnifs der Localität doch keinen grofsen Nutzen gewähren, und es auch zweifelhaft bleibt, was unter der Richtung des elektrischen Stroms eigentlich verstanden ist (eine einzige Angabe, wie unter ähnlichen Umständen die Ablenkung der Magnetnadel bei einer Zink-Kupfer-Kette gewesen sey, würde allen Zweifel gehoben haben), so wird es genügen, in diesem Auszuge nur das Hauptergebnifs anzuführen, zumal es völlig hinreicht, um Andere, die Gelegenheit dazu haben, in den Stand zu setzen, die Versuche zu wiederholen, was wohl sehr zu wünschen wäre.

Die Intensität der elektromagnetischen Action, sagt Hr. F., war an verschiedenen Orten sehr verschieden; in einigen Fällen war die Ablenkung der Nadel unbeträchtlich, in andern ging sie ganz im Kreise herum (wahr-

scheinlich beim ersten Schliefsen). Im Allgemeinen war sie *caeteris paribus* desto gröſser, je reicher die Gänge an Kupfererz waren, und, in gewissem Grade auch, je tiefer die Stationen lagen. Wo kein oder wenig Erz war, war auch die Wirkung gar nicht da oder gering.

Wenn die erwähnten Kupferplatten in horizontaler Richtung nur um wenige Faden (*Fathoms*) entfernt lagen, und das Kupfererz in reichlicher Menge zugegen und von keiner nichtleitenden Substanz unterbrochen war, so fand keine Wirkung statt, ohne Zweifel wegen guter Leitung des Ganges. Wurde aber das Erz zwischen den Platten von einem Quarz- oder Thonschiefergang durchsetzt, so war die Ablenkung gewöhnlich groſs.

Lagen die Platten, welche in Verbindung gesetzt wurden, auf einem und demselben Gange in verschiedener Tiefe, oder auf zwei verschiedenen Gängen, gleichviel ob in gleichem Niveau oder nicht, so trat die elektrische Action gewöhnlich sehr entscheidend hervor. Gänge, welche fast gänzlich von Erz entblöſst waren, und einzeln für sich nicht auf die Magnetnadel wirkten, thaten es, obgleich in geringem Grade, wenn eine elektrische Communication zwischen ihnen errichtet wurde.

Die Richtung der positiven Elektricität ging in einigen Fällen von Ost nach West, in andern von West nach Ost. In Gängen, die nach Norden hin einfielen, war die östliche Station gewöhnlich positiv gegen die westliche; in Gängen dagegen, die nach Süden neigten, fand, mit Ausnahme eines einzigen Falls, immer das Entgegengesetzte statt. Lagen die Stationen in verschiedener Tiefe, so schien die untere immer negativ gegen die obere zu seyn; Ausnahmen zeigten sich, wenn ein Quarz- oder Thonschiefergang das Erz zwischen den Platten durchschnitt.

Bei der Grube Huel Jewel erhielt Hr. F. Resultate zwischen einem Haufen Kupfererze, der auf der Oberfläche lag, und einer Platte, die in verschiedenen Tiefen gegen das Erz in dem Gange gedrückt war. (Ob der

Haufen mit dem Gangerze in Berührung stand, wie doch zu vermuthen ist, wird nicht gesagt.) Die Platte wurde desto negativer, je tiefer sie angebracht wurde. Säulen von trocknem Kupfererz auf der Erdoberfläche wirkten für sich, ohne Verbindung mit den Gängen, wie voraus zu sehen, nicht.

Es ist nicht unwahrscheinlich, sagt Hr. F., dafs die Zunahme der negativen Elektricität, welche man beim Hinabsteigen in den Cornwaller Gruben wahrnimmt, in Beziehung steht zu der Zunahme der Temperatur. Ich habe jedoch keinen Zusammenhang zwischen beiden in demselben Niveau gefunden, wo indefs die Temperaturdifferenzen klein waren. Auch das Daseyn der Bergleute, der Lichter oder der Schiefspulver-Explosionen scheint keinen Einflufs auf die Elektricität zu haben. Zuweilen wurde ganz in der Nähe der Kupferplatten Erz abgesprengt, ohne dafs es einen Einflufs gehabt hätte. Bei einem sehr reichen Kupfergange in der Grube St. George, wo das Gestein so mürbe ist, dafs man nie Schiefspulver gebraucht, wurde die Nadel dennoch stark abgelenkt.

Der übrige Theil der Abhandlung des Hrn. Fox ist rein geognostischen Inhalts, und den Schlufs bilden die bereits S. 171 dieses Bandes mitgetheilten Beobachtungen über Temperaturzunahme in den Gruben.

VII. *Auszug aus dem Programm der holländischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Harlem. Eingesandt von Hrn. v. Marum, beständigem Secretair der Gesellschaft.*

La Société a tenu sa 78me Séance annuelle le 21 Mai. Elle a adjugé la gratification de 150 florins au Supplement que M. Buchner a donné à son Mémoire sur *le Tannin*, couronné en 1830. Elle a couronné par la

medaille d'or et la gratification de 150 florins un Mémoire en Allemand sur l'origine des blocs de Roches granitiques et autres primitives dispersées dans les plaines des Pays-bas, par M. Johann Friedrich Ludwig Hausmann, Professor à Göttingen.

La Société a jugé a propos de rèpéter les six questions suivantes pour y répondre .

Avaut le premier Janvier 1833.

I. »Qu'est-ce que l'on sait actuellement à l'égard »de l'origine de ces matières vertes et autres, qui se pro»duisent dans les eaux stagnantes, ou à la surface de »celles-ci et d'autres corps? Doit-on, d'après des ob»servations bien décisives, considérer ces matiéres comme »des productions végétales ou comme des végétaux d'une »structure plus simple? Doit-on les rapporter à la même »espèce, ou peut-on en indiquer la différence par des »caracteres spécifiques? Quelles sont les observations, »qui restent encore à faire, surtout par le moyen d'in»struments miscroscopiques, pour perfectionner la con»naissance de ces objets?«

On désire vue ce sujet soit éclairci par des observations reitérées, et que les objets observés soient décrits et figurés exactement.

Voyez F. P. Schranck, *über die Priestley'sche grüne Materie. Denkschriften der Academie zu München*, 1811, 1813. — Hornschuch, *über die Entstehung und Metamorphosen der niederen vegetabilischen Organismen. Nova Acta physico-medica Acad. Natur. Curios, T. X, p.* 513. — P. J. F. Turpin, *Organographie. Mémoires du muséum d'Histoire Naturelle, T. XIV, p.* 15. — Treviranus, *sur le mouvement de la matière verte. Annales dıs sciences naturelles. Janvier* 1827.

II. La découverte importante des substances métalloides, contenues dans les alcalis, ayant successivement donné lieu à reconnaître de semblabes principes dans les différentes espèces de terres; et ces principes paraissant même faire partie de quelques substances composées, généralement utiles, tels que le *Silicium* et *Aluminium* de

l'acier indien, nommé *Woots:* la Société demande: »quelle »est la meilleure manière de séparer le principe metallique des terres les plus répandues, et quel usage peut-on »en faire?«

III. »Quelles sont actuellement les différentes manières de rafiner le sucre? Jusqu'à quel point peut-on »expliquer par la chimie ce qui à lieu dans ces différens »procédés? Peut-on déduire de la connaissance chimique actuellement acquise ou étendue, quelle manière de »rafiner le sucre est la meilleure et la plus profitable? »On désire aussi la description et l'examen des différentes pratiques qu'on a employèes, pour accélerer l'ébullition du syrop de sucre à peu de frais, sans qu'il s'attache à la chaudiére?«

IV. »Quelle est la composition des pyrophores? »Quelle est la véritable cause de la combustion subite et »spontanée, qui a lieu, lorsque ces matières sont exposées à »l'air? La solution de cette question étant donnée, peut-elle »conduire à expliquer, pourquoi quelques autres substances prennent feu d'elles mêmes et sans quelles soient »allumées? Peut-on en déduire des règles pour prévenir ces combustions spontanées?«

V. L'Ivraie (*Lolium temulentum*) étant la seule plante qui, de toutes les graminées, par sa qualité nuisible, paraît faire exception à l'uniformité et à l'analogie générale des propriétés, par lesquelles la classe des graminées est caractérisée, on demande: »En quoi consiste »la qualité malfaisante de l'ivraie? Est-elle constante et »inséparable de la nature de ce végétal ou bien n'est-elle »qu'accidentelle ou produite par quelque circonstance particulière? Peut-on, dans ce dernier cas, prévenir la »cause de cette propriété nuisible?«

VI. Comme les expériences d'Arago ont fait voir, que quelques corps, quand ils sont eu mouvement rapide, exercent une influence très remarquable sur l'aimant, la

Société désire: »une description exacte de tous les phé-»nomènes qui accompagment cette action et une explica-»tion de ces phénomènes, fondée sur des expériences?«

La Société a proposé, cette année, les douze questions suivantes, pour y répondre.

Avant le premier Janvier 1833

I. »Quelle est la meilleure construction des Phares, »destinés à être vus de très loin dans des nuits obscures »par les navigateurs? — La Société demande, que l'on »réunisse et que l'on compare tout ce qui a été fait et »proposé concernant cet objet en d'autres pays, surtout »en *Angleterre*, en *France* et en *Italie*; et que l'on »discute a fond les questions suivantes: 1) quel moyen »d'éclairage mérite la préférence, celui par des lampes, »dites d'Argand, — celui par le gas, préparé de houille, »d'huile, ou de quelque autre substance, ou celui par la »chaux, tenue incandescente au moyen de la combinai-»naison d'oxygène et d'hydrogène? — 2) Quels sont les »meilleurs moyens de réunir la lumière dans un ou plu-»sieurs faisceaux? Des lentilles de verre à échelons, ou »autres méritent elles la préférence, ou faut il choisir »des miroirs paraboliques, ou autres, ou bien devra-t'on »combiner les lentilles avec les miroirs, et quelle doit-»être la construction tant des lentilles, que des miroirs? »et 3) la lumière doit elle être continue et non colorée, »dirigée toujours vers le même point de l'horizon; ou »bien doit elle alterner avec une obscurité complette, ou »avec une lumière colorée, et par quel mécanisme peut-»on inprimer aux instrumens d'éclairage les mouvemens »nécessaires pour produire cette alternation?«

II. »D'où a t-on reçu la première connaissance des »propriétés médicinales de plusieurs médicamens simples, »soit animaux végétaux ou fossiles?« On désire connoître l'histoire, surtout de ces medicamens qui sont reconnus

d'être vraiment specifiques, et qui ne sont pas d'une origine trop ancienne, pour en faire quelque indagation.

Les sources d'ou l'on saura tirer l'histoire de la decouverte de quelques remèdes, et de la confirmation de leur propriétés médicales, doivent être exactement citées.

III. La *transfusion de sang* mise en pratique, avant deux siècles, surtout en *France*, mais généralement avec des suites très fâcheuses, et depuis entièrement oubliée, a attiré, de nouveau, depuis quelque tems, l'attention, surtout des medecins Anglais, et à été couronnée, dans plusieurs cas, de tels succès, que tout ce qui concerne cette opération, paraît mériter une sérieuse considération. C'est pourquoi l'on demande: 1) »Quelle expérience a »t'on faite, dans ces dernières années, de la transfusion »de sang, surtout sur le corps humain, et quels sont les »résultats qu'elle à produits dans différentes affections »morbides? 2) Est-il suffisamment prouvé par ces ré»sultats, que la transfusion de sang *peut* être utilement »mise en pratique, et qu'elle *mérite* de l'être, par préfé»rence, dans certains cas? — si *oui*, nommer ces cas, — »et prouver que par conséquent elle est digne d'être reçue »parmi les secours de l'art de guérir? 3) A qui faut il »faire attention, tant en général, que par rapport à l'état »individuel du malade, pour pouvoir attendre de cette »operation la meilleure réussite; assi bien dans des cas, »dans les quels elle a déjà été pratiquée avec succès, que »dans d'autres, dans lesquels l'on croirait pouvoir en faire »l'essai avantageusement? 4) A quoi faut il faire atten»tion, en gènéral, dans la pratique de la transfusion de »sang? Quelle est la meilleure méthode de la pratiquer? »Quels sont à cette fin les meilleurs instrumens?«

IV. »Quelles sont les propriétés médicales du prin»cipe végétal, dit *Salicine?* Qu'est ce qu'elles ont de »commun avec celles de la *Quinine* ou de la *Cinchonine?* Dans quels cas la *Salicine* peut elle par elle »même, ou bien sa combinaison avec d'autres substances,

»remplacer la *Quinine* ou la *Cinchonine*? Et qu'est ce »que l'expérience a appris concernant la meilleure ma- »nieère de l'administrer seule ou en combinaison?« La Société désire, que la réponse à ces questions soit confirmée par des observations faites au lit des malades même.

V. »Quelle est la meilleure méthode de préparer »la *Salicine*, découverte, il-y a quelques années, dans »l'écorce de quelques Saules et Peupliers? Comment ce »principe peut il en être retiré et purifié de la manière »la plus facile et la moins dispendieuse? Quelles sont »les espèces de Saule et de Peuplier, qui en fournissent »la plus grande quantité? Quels sont les caractères et »les moyens de connaître sa pureté? Et quelle est la »nature des corps composés, que la Salicine peut former »avec d'autres substances?«

VI. Comme la culture du *Rubia Tinctorum* et la préparation de la Garance est d'une grande importance pour l'industrie de quelques Provinces, et qu'en Belgique et ailleurs l'on a taché depuis peu de donner par une préparation plus soignée un plus haut degré de perfection à cette maiière colorante; en même tems, qu'en *France* l'on a essayé de séparer le principe colorant, rouge, de la Garance, afin de l'employer comme matière colorante purifiée; l'on demande: 1) »Comment peut-on, soit par »une culture plus soignée du *Rubia Tinctorum*, soit par »une préparation perfectionée de la Garance, tirée des »différentes parties de cette plante, améliorer cette ma- »tière colorante? Et 2) est-il possible de séparer le »principe colorant, dit *Alizarin*, des autres principes com- »posans de la plante par une opération peu couteuse? »Et en cas de réponse affirmative, comment ce principe »peut il être employé comme matière colorante?»

VII. »Est ce que les expériences et les observa- »tions sur les quelles M. Dutrochet a fondé une ex- »plication de l'ascension et du mouvement des sucs dans »les plantes, sont entièrement confirmées, lorsqu'elles sont

»repetées et multipliées? Pourroit-on, dans ce cas, con-»siderer, comme bien fondée, l'explication que M. Du-»trochet en a deduite? Peut-on appliquer cette expli-»cation non seulement à l'ascension et aux autres mouve-»mens des sucs non préparés des plantes, mais aussi aux »sucs préparés, qui sont nommés *sucs propres* par Mal-»pighius, et auxquels les derniers physiologistes ont »donné le nom de sucs vitaux. Jusqu'à quel point poura-t-»on confirmer cette theorie de M. Dutrochet par des »expériences faites sur quelques plantes mêmes?«

VIII. L'importance de l'analyse chimique des végétaux ayant été suffissamment prouvée, dans les dernières annés, surtout par la découverte de plusieurs principes utiles, que les végétaué renferment; et le résultat déjà obtenu de ces recherches faisant espérer, que lorsqu'elles seront poursuivies, on sera conduit à d'autres découvertes non moins importantes, la Société demande: »une in-»struction succincte et claire de l'analyse chimique des »végétaux, ainsi que l'indication des réactifs les plus pro-»pres à connaître la composition particulière et les prin-»cipes les plus essentiels des plantes, sans qu'on ait be-»soin d'en faire l'analyse complète?«

La Société désire en même tems, qu'on tâche de déterminer, jusqu'à quel point un tel examen chimique peut servir à mieux définir les familles naturelles des plantes, par rapport à la structure, comparée avec la composition matérielle.

IX. »Quel est l'état actuel de la connaissance des »cavernes dans les montagnes calcaires, dont on a exa-»miné un grand nombre, depuis le commencement du »siècle actuel, surtout pour observer, quels ossemens »d'animaux antérieurement existans s'y trouvent, en plus »ou moins grande quantité, et quelle y est leur position? »Peut-on trouver, dans ces cavernes, ou dans la situa-»tion des ossemens, des signes, dont on pourra déduire, »a quoi il faut l'attribuer, que les ossemens de quelques

»mammiféres se trouvent entassés en si grande quantité »dans quelques cavernes?«

On désire en reponse à cette question une énumération de toutes les cavernes de montagnes calcaires, examinées jusqu'ici, soit qu'on y ait trouvé des ossemens fossiles ou non; comme aussi une déscription des ossemens differens qui s'y trouvent, et en quoi la position de ceux ci diffère dans les cavernes différentes, et tout ce qu'on aura observé de plus à leur égard. — On désire aussi une déscription des couches de terrains différentes qui se trouvent dans ces cavernes.

X. »Qu'est ce qu'on sait actuellement à l'égard des »restes humains que l'on trouve dans l'état fossile? Est-ce »que les ossemens d'hommes, que l'on trouve en quel»ques endroits, soit dans des couches pierreuses, soit dans »un terrain meuble, mêlés avec ceux d'autres animaux dont »les spéces n'existent plus, doivent être rapportés avec »ceux-ci à la même époque Géologique ou bien à un »tems postérieur?«

La réponse à cette question doit contenir le rapport, la description et une comparaison exacte de tous les objets, relatifs au sujet de la question, et observés dans plusieurs pays; et lorsqu'il sera suffisamment prouvé, que ces restes humains datent d'une époque postérieure, on devra déterminer, si dans ce cas, on peut supposer avec raison, que ces ossemens n'existent pas non plus ailleurs parmi les os fossiles d'autres animaux d'espèces éteintes, ou bien si le jugement là dessus doit rester suspendu jusqu'à ce que des recherches ultérieures à faire dans plusieurs contrées de la terre aient fournis plus de matériaux et plus d'éclaircissemens sur cette matière?

(Schlufs im nächsten Hefte.)

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

AHRGANG 1831, SECHSTES STÜCK.

I. *Ueber die Veränderungen, die die Secretionen des menschlichen Organismus durch die Cholera erleiden;*

von R. Hermann in Moskau.

Mit Schüchternheit ergreife ich die Feder, um dem gelehrten Publicum Arbeiten vorzulegen, die ich zu Aufklärungen in einem Fache anstellte, in dem ich Laie bin, und zu denen mich ein noch unverdientes Vertrauen berief. — Ich sehe mich aber zu diesem Schritte genöthigt, indem mehrere Schriften diese Arbeiten erwähnen, auch aus den Berichten, die ich dem Moskauschen Medicinalrathe erstattete, Auszüge geben, die wegen ihrer Kürze leicht Mifsverständnisse veranlassen, und somit Irrthümer verbreiten könnten. — Ich bitte deshalb um Nachsicht für diese unbedeutenden Leistungen. Möchte man bei ihrer Beurtheilung weniger ihren wissenschaftlichen Werth, als den Wunsch des Verfassers: selbst mit Gefahr des eigenen Lebens nützlich zu werden, berücksichtigen.

Die russische Regierung entwickelte bei der unglücklichen Verbreitung der Cholera die weisesten und kräftigsten Mafsregeln. Aufser den kolossalen Anstalten, die zur Hemmung der Krankheit, zur Hülfe der Erkrankten

und zur Unterstützung der Armen getroffen wurden, richtete sie ihr Augenmerk auch auf die Ergründung des inneren Wesens der Cholera. — In Folge dieser Absicht erhielt ich von Sr. Erlaucht dem General-Kriegs-Gouverneur von Moskau, Fürsten Golitzin, durch den Moskauschen Medicinalrath, den Auftrag, durch chemische Untersuchungen zur Erreichung dieses Zweckes beizutragen. In folgendem Aufsatze werde ich die Resultate dieser Arbeiten mittheilen.

Ich richtete meine Aufmerksamkeit besonders auf die Untersuchung des Bluts und der wäfsrigen Ausleerungen Cholera-Kranker; später untersuchte ich auch die Galle und den Urin derselben.

Gleich zu Anfange meiner Arbeiten über das Blut Cholera-Kranker wurde ich durch das Vorkommen von freier Säure in dem Blutkuchen desselben überrascht. Ich hielt diese freie Säure anfänglich für eine Eigenthümlichkeit des Bluts Cholera-Kranker, bis ich mich durch Blut, welches ich mir im gesunden Zustande ablassen liefs, überzeugte, dafs auch dieses freie Säure und zwar in gröfserer Menge als das der Cholera-Kranken enthielt. Ehe ich daher zur Beschreibung der Untersuchungen der Secretionen Cholera-Kranker übergehe, sey es mir erlaubt, meine Versuche zur Ausmittelung der freien Säure im Blute Gesunder mitzutheilen, damit Jeder in den Stand gesetzt werde, dieselben wiederholen zu können.

Untersuchung gesunden Bluts.

Mein Blut hatte sich nach 24 Stunden in Serum und Blutkuchen geschieden, man brachte den Blutkuchen desselben auf ein gewogenes Filter, und liefs ihn so lange darauf, als noch Serum vom Papiere eingesogen wurde. Man wog ihn hierauf, und erhielt auf diese Weise aus 100 Theilen Blut:

57 Theile Serum und
43 - feucht. Blutkuchen
100.

Das Serum war klar und röthlichgelb gefärbt. Es hatte ein specifisches Gewicht von 1,0270.

Empfindliche blaue Lackmustinktur wurde durch dieses Serum deutlich geröthet.

Gofs man Lackmustinktur auf den *Blutkuchen*, so wurde sie noch intensiver geröthet als durch das Serum. Um mich zu überzeugen, dafs diese Röthung nicht einer Färbung durch aufgelöstes Blutroth zuzuschreiben sey, vertheilte ich Blutkuchen in zwei Gläser von gleicher Form, und übergofs ihn in dem einen Glase mit reinem Wasser, in dem zweiten aber mit blauer Lackmustinktur, und liefs sie ruhig stehn. Ehe das Wasser von aufgelöstem Blutrothe einen röthlichen Schein angenommen hatte, war die Lackmustinktur schon intensiv und rein roth gefärbt. Wollte man auch zugeben, dafs sie etwas Blutroth aufgenommen habe, so hätte doch dadurch nimmermehr ein reines Roth, sondern nur violett entstehen können:

Lackmustinktur wird mithin von gesundem Blute geröthet.

Um sicher zu seyn, dafs diese Röthung der Lackmustinktur durch eine im Blute enthaltene freie Säure bewirkt werde, so wurde das Serum sowohl als der Blutkuchen mit kohlensaurem Baryt gemengt, und hierauf in einem mit der Quecksilberwanne in Verbindung stehendem pneumatischen Apparate gekocht. — Es entwickelte sich während dieser Operation Kohlensäure, die, bei 28″ Pariser Baromerhöhe und 10° R. gemessen, für 100 Vol. des Serums

18,1 Vol. gasförmiger Kohlensäure

und für 100 Vol. Blutkuchen

21,2 Vol. gasförmige Kohlensäure

betrug.

Diese Versuche bewiesen mit Sicherheit die Gegenwart von freier Säure im Blute; aber es bleibt noch übrig darzuthun, dafs diese freie Säure nicht blofs Kohlensäure sey. — Man kochte deshalb gleiche Quantitäten desselben Blutkuchens in demselben Apparate, aber ohne kohlensauren Baryt, und erhielt hiebei nur: 10,4 Vol. gasförmige Kohlensäure. 100 Vol. des untersuchten Blutkuchens enthielten mithin 10,4 Vol. freier Kohlensäure, und so viel einer andern stärkeren Säure, dafs durch sie 10,8 Volume gasförmige Kohlensäure ausgetrieben wurden.

Ich habe einige Versuche angestellt, um die Natur dieser stärkeren Säure darzuthun. — So mischte ich z. B. Blutkuchen mit Wasser und Schwefelsäure, filtrirte das Magma und unterwarf das Filtrat der Destillation. Das Destillat enthielt Essigsäure. Hiedurch würde nur bestätigt werden, dafs das Blut Verbindungen der Essigsäure enthält, die Berzelius schon als milchsaures Natron nachwies. Es glückte mir aber nicht, aufser Kohlensäure, Essigsäure, Phosphorsäure und Hydrochlorsäure, noch andere Säuren im Blute vorzufinden. Da nun Berzelius darthat, dafs in den Salzen des Bluts essigsaure Verbindungen vorkommen, so wird unter Berücksichtigung der chemischen Verwandtschaften und der oben angeführten Resultate klar, dafs die freien Säuren im Blute nur aus Kohlensäure und Essigsäure bestehen dürften. Uebrigens wird durch Erscheinungen, die bei der Entmischung des Blutes während der Cholera stattfinden, und die ich später erwähnen werde, bestätigt, dafs die im Blute neben der Kohlensäure vorkommende freie Säure Essigsäure sey.

Fast gleiche Resultate gab das Blut einer gesunden schwangeren Frau. — Serum und Blutkuchen reagirten sauer, und verhielten sich rücksichtlich ihrer Quantität in 100 Theilen Bluts, wie:

55,25 Serum zu
44,75 feuchtem Blutkuchen

100,00.

Das specif. Gewicht des Serums betrug: 1,0230.

Untersuchung des Bluts Cholera-Kranker.

Auffallend verschiedene Resultate gab dagegen das Blut Cholera-Kranker. — Schon die äufsern Eigenschaften charakterisiren dasselbe. Es ist nämlich ungewöhnlich consistent und dunkel gefärbt. Seine Dickflüssigkeit ist bei höheren Graden der Krankheit sogar so grofs, dafs es beim Aderlafs nicht aus den Venen fliefst.

Diese auffallende Erscheinung richtete meine Aufmerksamkeit besonders auf die Ergründung ihrer Ursachen. Ich untersuchte deshalb das Blut Cholera-Kranker namentlich rücksichtlich der Verhältnisse des Blutkuchens zum Serum, und rücksichtlich des specifischen Gewichts und des Säuregehaltes des Serums in verschiedenen Stadien der Krankheit, und kam auf diese Weise zu folgenden Resultaten.

Einem Manne, der gleich im Anfange des Ausbruchs der Cholera in Moskau (zu Ende des Septembers 1830) einem sehr heftigen Anfalle in wenigen Stunden erlag, wurde vier Stunden vor seinem Tode, nach heftigen Erbrechen, Blut abgelassen. Dasselbe zerfiel in 100 Th. in:

40 Th. Serum und
60 - Blutkuchen.

Also Blut, welches im gesunden Zustande
43 Procent Blutkuchen
gegeben haben würde, gab, nachdem es durch die Cholera verändert worden war:
60 *Procent.*

Es hatte mithin 28 Proc. seiner flüssigen Bestandtheile verloren.

Das Serum reagirte deutlich *alkalisch.* Es hatte ein

spec. Gew. von 1036, und bestätigte dadurch die Entwässerung des Bluts auf eine entscheidende Weise *). Der Blutkuchen dagegen reagirte deutlich *sauer*, und gab, mit kohlensaurem Baryt im pneumatischen Apparate gekocht, für 100 Vol. desselben:

21,2 Vol. Kohlensäure,

mithin genau so viel als der Blutkuchen des normalen Bluts gegeben hatte. Dagegen bewies die alkalische Reaction des Serums desselben Bluts, daſs dieses letztere keine freie Säure enthalten könne, und daſs das Blut des Cholera-Kranken so viel freie Säure verloren haben müsse, als in dem Serum des normalen Bluts nachgewiesen wurde, nämlich für 100 Vol. des letzteren ein Aequivalent von 18,1 Vol. gasförmiger Kohlensäure. — Diese Thatsache, nämlich die Scheidung des cholerischen Bluts in einen sauren Blutkuchen und in ein alkalisches Serum, erscheint auf den ersten Blick paradox. Sie erklärt sich aber durch die Eigenschaft des Faserstoffs mit Säuren Verbindungen einzugehen, ohne sie zu saturiren. Sie würde nur eine gröſsere Verwandtschaft des Blutkuchens zu den im Blute enthaltenen freien Säuren, als das Serum besitzt, darthun,

*) Das Serum des normalen Bluts hatte ein spec. Gewicht von 1027. Nimmt man nach Berzelius Untersuchung des menschlichen Serums an, daſs es 9,5 Procent wasserfreie Bestandtheile enthält, so würde das spec. Gew. dieser wasserfreien Substanzen 1,284 betragen, und 100 Th. des normalen Serums müſsten 33,7 Th. Wasser verlieren, um ihr spec. Gew. von 1027 bis 1036 zu erhöhen. Dieſs würde einen Wasserverlust von 19,2 Theilen für 100 Theile Blut geben; aus der Berechnung der Verhältnisse des Blutkuchens zum Serum ergab sich aber ein Verlust von 28 Proc. der flüssigen Bestandtheile. Aus dieser Differenz würde folgen, daſs sich die absolute Quantität des Faserstoffs oder Blutroths im Blute während der Cholera vermehrt habe. Ich halte aber diesen Schluſs für zu gewagt, indem die Quantität des feuchten Blutkuchens nicht allein von der Quantität des Faserstoffs und Blutroths abhängt, sondern auch von der Art der Ausscheidung des Faserstoffs, die mehr oder weniger dicht erfolgen kann.

die vielleicht mit der Erscheinung analog ist, die Holz darbietet, wenn man es mit Essig oder anderen verdünnten Säuren, namentlich Schwefelsäure, übergiefst. Die Flüssigkeit verliert dabei einen grofsen Theil ihrer Säure, indem sie sich im Holze concentrirt. Aehnlich mag der Blutkuchen auf das Serum wirken. Er absorbirt die freie Säure bis zu einem gewissen Sättigungsgrade. Ist dieser erreicht, so hört die Absorption auf, und das Serum kann in diesem Falle noch freie Säure enthalten. Enthält das Blut aber weniger freie Säure, als der Blutkuchen zu seiner Sättigung bedarf, so wird dem Serum alle freie Säure entzogen, und es wird sogar eine alkalische Reaction eintreten, weil es einfach-phosphorsaures Natron enthält, welches bekanntlich gegen Pigmente alkalisch reagirt.

Die alkalische Reaction des Serums cholerischen Blutes ist eine sehr constante Erscheinung. Sie tritt stets ein, nachdem die Kranken Ausleerungen durch Erbrechen gehabt haben; man bemerkt sie aber nicht im Serum solcher Kranken, denen das Blut gleich beim ersten Anfalle, ehe Ausleerungen stattgefunden haben, abgelassen wurde, auch verschwindet sie wieder, nachdem die Kranken die Cholera überstanden haben.

Eben so constant ist das überwiegende Verhältnifs des Blutkuchens zum Serum, und die Zunahme des spec. Gewichts, mithin die Entwässerung des Serums.

Um nicht zu weitläufig zu werden, so habe ich eine hinreichende Anzahl Blutuntersuchungen in folgender Tabelle zusammengestellt.

	Blutkuchen aus 100 Th. Blut.	Serum aus 100 Th. Blut.	Reaction des Blutkuchens gegen Lackmus.	Reaction des Serums gegen Lackmus.	specif. Gewicht des Serums.
Blut eines gesunden jungen Mannes	43	57	sauer	sauer	1027
Blut einer gesunden schwangeren Frau	44,75	55,25	sauer	sauer	1023
Blut, welches einem Mädchen beim ersten Anfall der Cholera, ehe wäfsrige Ausleerungen stattgefunden hatten, abgelassen wurde	50	50	sauer	sauer	1027
Blut von Männern, die die Cholera hatten, aber gerettet wurden — nachdem wäfsrige Ausleerungen erfolgt waren, abgelassen a.	55	45	sauer	alkalisch	1028
b.	60,3	39,7	sauer	alkalisch	1032
c.	62,5	37,5	sauer	alkalisch	1028
Blut eines Mannes, der der Cholera erlag, 4 Stunden vor seinem Tode	60,0	40,0	sauer	alkalisch	1036
Blut einer Frau, die die Cholera überstanden hatte, aber in Folge davon noch an einem entzündlichen Fieber darniederlag	46,25	53,75	sauer	neutral	1028

Blut, welches aus der rechten Herzkammer eines an der Cholera Verstorbenen aufgesammelt wurde, war nur unvollkommen geronnen. Schüttelte man es ein wenig, so ward es bald flüssig und vollkommen homogen. Eine wirkliche Scheidung in Blutkuchen und Serum konnte man nicht mehr in ihm bewirken. — Unter dem Mikroskope zeigte es keine Blutkügelchen mehr. Nur hin und wieder konnte man Spuren häutiger Hüllen, vielleicht Reste der ehemaligen Blutkügelchen, bemerken.

Ich habe mir einige Mühe gegeben, besondere, dem normalen Blute fremde Bestandtheile in dem Blute Cholera-Kranker aufzusuchen, aber nichts der Art vorfinden können. Namentlich suchte ich nach Harnstoff. Es ist nämlich Thatsache, dafs die Harn-Absonderung während der Cholera fast gänzlich unterdrückt ist; man sollte deshalb vermuthen, dafs sich der Harnstoff im Blute anhäufen müsse. Aber in dem Blute eines Cholera-Kranken, der drei Tage hinter einander keinen Urin gelassen hatte, konnte ich keinen Harnstoff finden. — Auch bemerkt man bei der Section der Cholera-Leichen, nach der Versicherung meines Freundes, des Hrn. Dr. Jähnichen, nie einen Harngeruch. — Doch werde ich später wieder auf diesen Gegenstand zurückkommen.

Untersuchung der von Cholera-Kranken ausgebrochenen wäfsrigen Flüssigkeit.

Zu den charakteristischen Symptomen der Cholera gehören copiöse Ausleerungen einer wäfsrigen Flüssigkeit durch Erbrechen. Diese Flüssigkeit ist trübe, wenig, gewöhnlich schmutzig gelblich, gefärbt, und von säuerlichem Geruch.

Ihr specifisches Gewicht wechselt; so betrug das der Flüssigkeit, die ein Kranker in einer früheren Periode ausbrach: 1,0060.
Später verminderte sich dasselbe bis auf 1,0055.

Das spec. Gewicht der von einem anderen Kranken ausgebrochenen Flüssigkeit betrug nur:

1,0035.

Läfst man diese Flüssigkeiten einige Tage ruhig stehen, so klären sie sich, indem sich ein grauer Schleim aus ihnen absetzt, dessen Quantität wechseln kann. Die klare Flüssigkeit erscheint dann gelblich gefärbt und zeigt folgendes Verhalten:

Lackmustinktur wurde durch sie lebhaft geröthet.

Salzsaures Eisenoxyd brachte eine schwachrothe Färbung hervor.

Salzsaures Silber gab einen ziemlich häufigen käsigen Niederschlag, der sich leicht in Aetz-Ammoniak löste.

Aetz-Ammoniak schlug einige Flocken phosphorsauren Kalks aus dieser Flüssigkeit nieder.

Kleesaures Ammoniak gab eine geringe Menge eines weifsen Niederschlags.

Salzsaurer Baryt zeigte keine Spuren einer Trübung.

Galläpfeltinktur brachte einen flockigen, fleischfarbenen Niederschlag hervor.

Bleizucker gab eine ziemlich häufige, gelbweifse Trübung.

Phosphorsaures Ammoniak zeigte Spuren von Magnesiasalzen.

Schwefelsaures Kupfer gab keine Trübung.

Salpetersäure brachte keine Veränderung in der Flüssigkeit hervor.

Beim Kochen coagulirte sich die Flüssigkeit nicht; selbst nachdem sie bis auf $\frac{1}{20}$ verdampft worden war, blieb sie klar.

Aus diesen Reactionen geht hervor, dafs die untersuchten Flüssigkeiten aus gleichen Bestandtheilen zusammengesetzt waren, und dafs sie:

Wasser,
freie Säure,

animalische Substanzen
und salzsaure Salze mit geringen Mengen phosphorsaurer Kalk- und Magnesia-Verbindungen
enthielten. Zu gleicher Zeit folgt aus ihrem Verhalten beim Kochen und gegen Salpetersäure, dafs in ihnen kein Eiweifs, kein Käsestoff und keine Galle enthalten waren. — Zur Ausmittelung der Natur der in diesen Flüssigkeiten enthaltenen freien Säure und animalischen Substanzen unterwarf man 4 Unzen derselben der Destillation. Das Destillat hatte einen etwas empyreumatischen Geruch, war übrigens wasserklar und ungefärbt. — Es reagirte gegen Lackmustinktur sauer, brachte aber in den Auflösungen von Baryt-, Kalk-, Silber-, Quecksilberoxydul und Eisenoxyd-Salzen keine Spur von Färbungen oder Trübungen hervor. — Man kochte das Destillat mit kohlensaurem Kalk, filtrirte und verdampfte hierauf die Flüssigkeit. Es blieb hierbei eine geringe Menge eines Salzes, welches, mit Schwefelsäure versetzt, Dämpfe von Essigsäure entwickelte.

Die von Cholera-Kranken ausgebrochene Flüssigkeit enthält mithin freie Essigsäure, aber keine Spur freier Salzsäure. In der Retorte blieb ein brauner Rückstand von der Consistenz eines dicken Syrups. Derselbe löste sich nur theilweis in Alkohol von 80 Procent. Es blieben schmutzigweifse Flocken ungelöst, die sich aber leicht in Wasser auflösten. Nachdem man sie auf einem Filter gesammelt und getrocknet hatte, stellten sie eine zusammengeschrumpfte, spröde, braune Masse dar, die bei der Erhitzung den Geruch nach gebranntem Brote entwickelte, eine stickstoffhaltige Kohle hinterliefs und sich in Allen wie Speichelstoff verhielt. — Die weingeistige Lösung des oben erwähnten Rückstandes der Destillation wurde verdampft. Es blieb ein braunes Residuum, aus dem Krystalle von essigsaurem Natron und Kochsalz anschossen. — Salpetersäure brachte in der concentrirten wäfsrigen Lösung desselben keine Veränderung hervor.

Bei dem Erhitzen entwickelte er die Producte der Verbrennung animalischer Substanzen; als Rest blieb eine voluminöse Kohle, die nach vollkommener Verbrennung eine Asche hinterliefs, die Soda und Kochsalz mit geringen Mengen phosphorsaurer Kalk- und Magnesia-Salze enthielt. Der Weingeist hatte mithin aus dem Rückstande der Destillation:

Osmazom,
essigsaures Natron,
salzsaures Natron und Spuren
von Kalk-, Magnesia und Phosphorsäure-Verbindungen

aufgenommen. Dagegen war kein Harnstoff darin enthalten.

Aus diesen Versuchen folgt: 1) dafs die von Cholera-Kranken ausgebrochenen Flüssigkeiten als freie Säure nur Essigsäure, aber keine andere stärkere Säuren enthalten können, da sich in dem Rückstande der Destillation noch ziemlich viel essigsaures Natron vorfand, welches bei Gegenwart von anderen stärkeren Säuren durch letztere hätte zersetzt werden müssen, und 2) dafs sich als animalische Substanzen nur Speichelstoff und eine dem Osmazom ähnliche Substanz vorfanden.

Um die in diesen Flüssigkeiten enthaltene freie Essigsäure quantitativ zu bestimmen, so mischte man gewogene Mengen der Ersteren mit kohlensaurem Baryt, und kochte das Gemenge in einem, mit der Quecksilberwanne in Verbindung stehenden, pneumatischen Apparate. Man erhielt dabei Kohlensäure, aus deren Quantität die Aequivalente an Essigsäure berechnet wurden.

Auf diese Weise gaben jene oben erwähnten, verschiedenes specifisches Gewicht besitzenden, Flüssigkeiten folgende Resultate:

100 Volume der Flüssigkeit, deren spec. Gewicht 1,0060 betrug, gab bei 10° R. und 28″ Par. Barometerstand =30 Volume

Kohlensäure, deren Aequivalent an wasserfreier Essigsäure für 1000 Theile der Flüssigkeit: 1,204 Th. beträgt.

100 Vol. der Flüssigkeit, deren spec. Gewicht 1,0055 betrug, gaben 23,5 Vol. Kohlensäure oder für 1000 Th. 0,942 Th. wasserfreie Essigsäure.

100 Vol. der Flüssigkeit, deren spec. Gewicht 1,0035 betrug, gaben 12,8 Vol. Kohlensäure, oder für 1000 Th. 0,513 Th. wasserfreier Essigsäure.

Die übrigen Bestandtheile fanden sich als Mittel der Untersuchung dieser drei Flüssigkeiten, für 1000 Th. derselben, in folgenden Verhältnissen:

Osmazomähnliche Substanzen im wasserhaltigen Zustande	6,51	Th.
Speichelstoff	1,04	-
Essigsaures und salzsaures Natron mit geringen Mengen Phosphorsäure, Kalk und Magnesia	1,56	-
Wasserfreie Essigsäure	0,89	-
Wasser und Schleim *)	990,00	-
	1000,00.	

Selbst einem oberflächlichen Blicke auf die Resultate dieser Untersuchungen kann die grofse Uebereinstimmung nicht entgehen, den die von den Cholera-Kranken ausgebrochene Flüssigkeit mit der chemischen Beschaffenheit des Magensaftes hat. Diese Uebereinstimmung ist so grofs, dafs man diese Flüssigkeit unbedingt für Magensaft halten, und mithin durch die Organe, die jenen erzeugen, für ihre Bildung in Anspruch nehmen kann. Ich lege auf diese Bemerkung einiges Gewicht, da sie für die Theorie der Krankheitserscheinungen während der Cholera von Bedeutung ist.

*) Bei späteren Prüfungen der von Cholera-Kranken ausgebrochenen Flüssigkeiten fand ich auch häufig geringe Mengen *Butyrinsäure*.

Untersuchung der wäſsrigen Excremente Cholera-Kranker.

Die copiösen Stuhlgänge Cholera-Kranker stellen wäſsrige, trübe, wenig und schmutzig gefärbte Flüssigkeiten dar, die den eigenthümlichen Geruch des stinkenden Oels, das sich den Excrementen im Dickdarm beimischt, besitzen. Läſst man diese Flüssigkeit längere Zeit stehen, so setzt sich aus ihnen ziemlich viel Schleim ab, doch klären sie sich dabei nie vollkommen auf, sondern bleiben milchicht. Setzt man sie der Einwirkung der atmosphärischen Luft aus, so färben sich die mit der Luft in Berührung stehenden Schichten mit der Zeit, unter Sauerstoff-Absorption, dunkler und bräunlichgrün.

Das wäſsrige Excrement, welches ich zu nachstehenden Versuchen verwendete, reagirte alkalisch; Salpetersäure brachte darin Aufbrausen von Kohlensäure-Entwickelung hervor. Beim Kochen entwickelte es ebenfalls Kohlensäure, worauf die gekochte Flüssigkeit stärker alkalisch reagirte als zuvor. In der Asche des Excrements fand sich Soda. Hieraus wird klar, daſs die untersuchte Flüssigkeit doppelt-kohlensaures Natron enthielt*). Beim Verdampfen des Excrements schieden sich Flocken von Eiweiſs aus. Man schied dieselben durch Filtration ab, verdampfte die klare Flüssigkeit und mischte den Rückstand mit Alkohol, wobei sich Flocken von Speichelstoff ausschieden. Die weingeistige Lösung war braun gefärbt. Salpetersäure änderte die braune Farbe durch grün in roth um, und deutete durch dieses Farbenspiel auf Farbstoff der Galle, und mithin auch auf die übrigen Bestandtheile der letzteren. Man verdampfte den weingeistigen Auszug zur Trockne. Es blieb ein sehr salzhaltiger Rückstand, in dem animalische Verbindungen die untergeordneteren Bestandtheile ausmachten, und die gröſstentheils

*) Später brachte ich in Erfahrung, daſs der Kranke kurz vor der Ausleerung Sodawasser zu sich genommen hatte. Das doppeltkohlensaure Natron war mithin zufällig im Excrement enthalten.

aus einer dem Osmazom ähnlichen Substanz bestand, die mit sehr geringen Mengen Picromel und Gallenharz gemengt war. Aus dem salzigen Theile dieses weingeistigen Auszugs entwickelte Salpetersäure Dämpfe von Essigsäure und Butyrinsäure. — Von Harnstoff war keine Spur im Excrement zu finden.

Wie ich schon erwähnte, fand sich später, dafs das untersuchte Excrement nur zufällig doppelt-kohlensaures Natron enthielt. Es blieb daher noch übrig, die Ausleerungen anderer Cholera-Kranker rücksichtlich eines möglichen Säuregehaltes zu prüfen. In der That fand ich bei späteren Reactionen nie wieder Alkalescenz, wohl aber freie Säure darin vor. Auch erlaube ich mir, mich in dieser Beziehung auf das Zeugnifs des Hrn. Etatsrath Dr. Reufs zu berufen, der, nach mündlicher Versicherung, die Excremente Cholera-Kranker stets sauer fand.

Was den Inhalt des Darmkanals der Cholera-Leichen betrifft, so habe ich ihn rücksichtlich eines Gehaltes an freier Säure nur einmal durch die Güte des Hrn. Dr. Dann, eines der von der Königl. preufsischen Regierung zur Beobachtung der Cholera abgeschickten ausgezeichneten Aerzte, zu prüfen Gelegenheit gehabt. — In der Leiche eines Mannes, der einem heftigen Anfalle der Cholera schon nach 24 Stunden erlag, während der Zeit aber nicht gebrochen, sondern nur laxirt hatte, fanden sich bei der Section mehrere Pfunde Flüssigkeit im Magen und Zwölffingerdarm, weniger im Dickdarm vor. — Die in dem Magen enthaltene Flüssigkeit glich ganz derjenigen, die von den Cholera-Kranken durch Erbrechen ausgeleert wird. Sie reagirte sauer, und enthielt die schon oben angeführten Bestandtheile derselben. Der Inhalt des Zwölffingerdarms glich im Aeufsern der im Magen enthaltenen Flüssigkeit, doch reagirte sie weniger sauer. Der Inhalt des Dickdarms hatte schon den widrigen Geruch des Excrements angenommen, und war trüber und *saurer* als der Inhalt des Magens und Zwölf-

fingerdarms. Ein anderes Mal fand der Hr. Dr. Dann im Darmkanal der Leiche eines Kranken, der der Cholera ebenfalls sehr schnell, und ohne Erbrechen gehabt zu haben, erlag, eine so saure Flüssigkeit, dafs seine stählernen Instrumente durch selbige angefressen wurden, und der essigsaure Geruch, der sich aus ihr entwickelte, im hohen Grade merklich war. — Diefs wären die Resultate, die die Untersuchung des Inhalts des Darmkanals und der Excremente Cholera-Kranker darboten. Ich hätte gewünscht, mehr Sorgfalt auf diesen Theil meiner Arbeiten über die Cholera verwenden zu können, aber ich gestehe aufrichtig, dafs ich nicht genug Selbstbeherrschung besafs, um den natürlichen Abscheu vor so ekelhaften Substanzen in einem höheren Grade überwinden zu können. Doch halte ich sie für genügend, um den Schlufs daraus zu ziehen: *dafs die Excremente der Cholera-Kranken die gröfste Analogie mit der von ihnen ausgebrochenen Flüssigkeit besitzen.* Denn zieht man das Eiweifs, welches sich wahrscheinlich durch den pancreatischen Saft beimischt, und geringe Mengen Galle und stinkendes Oel ab, die sich im Excrement vorfanden, so bleibt eine Flüssigkeit, die durch

freie Säure,
Speichelstoff,
eine dem Osmazom ähnliche Substanz,
essigsaure und butyrinsaure Salze,
Schleim und viel Wasser

charakterisirt wird, die mithin alle Bestandtheile, und noch dazu in anscheinend gleichen Verhältnissen, als die ausgebrochene Flüssigkeit enthält.

Untersuchung des Urins eines Cholera-Kranken.

Während der Cholera ist bekanntlich die Urin-Secretion in hohem Grade unterdrückt. Ich hatte daher keine Gelegenheit mir Urin verschaffen zu können, der während höherer Grade der Krankheit abgeschieden worden

wäre.

wäre. Der Urin, der nachstehendes Verhalten zeigte, war der erste, den ein Kranker, nachdem er einen starken Cholera-Anfall überstanden hatte, ausschied.

Derselbe stellte eine gelbliche etwas trübe Flüssigkeit dar, aus welcher sich kein Niederschlag absetzte.

Gegen Lackmus verhielt er sich vollkommen neutral.

Beim Kochen erlitt er keine auffallende Veränderung.

Salzsaurer Kalk, salzsaures Silber, salzsaures Eisenoxyd und essigsaures Blei brachten Niederschläge in demselben hervor, deren Quantität durchgängig viel geringer war, als sie Urin gesunder Menschen gegeben haben würde.

Wurde er verdampft, so hinterliefs er einen braunen Rückstand, aus dem Aetz-Natron Ammoniak entwickelte.

Mischte man etwas dieses Rückstandes mit einem gleichen Volumen Salpetersäure, und erkältete man das Gemisch bis zum Frostpunkte, so erhielt man Krystalle von salpetersaurem Harnstoff.

Diese Versuche beweisen die Gegenwart von salzsauren, phosphorsauren und Ammoniak-Salzen, so wie von Harnstoff in dem untersuchten Urine. Doch war die Quantität dieser Substanzen in einem viel geringeren Verhältnisse darin enthalten, als in dem Harne gesunder Menschen.

Dasselbe wird durch das spec. Gewicht beider Flüssigkeiten bestätigt, denn das des untersuchten Harns betrug 1,0060.

Dagegen hat der Harn Gesunder ein mittleres spec. Gewicht von 1,0200.

Nimmt man bei dieser Schwere einen Gehalt von 6,7 Proc. fester Stoffe an, so kann ein Harn, der ein spec. Gewicht von 1,006 hat, bei übrigens gleicher Qualität der Bestandtheile, nur 2 Proc. enthalten. Der untersuchte Urin enthielt mithin kaum den dritten Theil der festen Bestandtheile des normalen.

Dieses Resultat ist in der That überraschend, da man glauben sollte, dafs, nach der langen Unterdrückung der Urin-Secretion während der Cholera, derselbe bei seinem Wiederauftreten mit festen Bestandtheilen, namentlich mit Harnstoff, überladen seyn müfste. Der Grund jener ganz entgegengesetzten Thatsache mufs mithin tiefer liegen, und ich erlaube mir deshalb folgende Bemerkungen beizufügen.

Bis jetzt gehört es noch zu den Problemen für die Physiologie, das Organ für die Harnstoff-Bereitung nachzuweisen, denn aus den Untersuchungen von Prevost, Dumas, Meyer und Anderen geht hervor, dafs nach der Exstirpation der Nieren Harnstoff gebildet wird, der dann, da der natürliche Abzugskanal abgeschnitten ist, sich theils im Blute anhäuft, theils auch in den Darmkanal u. s. w. ausgeschieden wird. Diese Versuche beweisen offenbar, dafs die Nieren nicht das einzige Organ für die Harnstoff-Bereitung sind, wiewohl nicht aus ihnen folgt, dafs gar kein Harnstoff in denselben gebildet werden könne. Der Zustand des Organismus während der Cholera verleiht aber letzterer Ansicht Gewicht, denn der Hr. Dr. Jähnichen fand bei seinen zahlreichen anatomischen Untersuchungen, dafs sich die Nieren der Cholera-Leichen in einem normalen und mit Blut angefüllten Zustande befinden. Könnte nun Harnstoff in den Nieren gebildet werden, so müfste sich derselbe, da keine Urin-Secretion stattfindet, entweder im Blute anhäufen, oder durch die krankhaften Ausleerungen, die während der Cholera stattfinden, entfernt werden. Ich habe mir aber viel Mühe gegeben, denselben sowohl in den ausgebrochenen Flüssigkeiten, als auch in den Stühlen und dem Blute Cholera-Kranker aufzusuchen, aber nie eine Spur desselben wahrgenommen. Wäre die sichere Auffindung des Harnstoffs nicht mit viel Schwierigkeiten verbunden, so würde ich mit Bestimmtheit behaupten, dafs während der Cholera gar kein Harnstoff gebildet wird, so aber

glaube ich nur mit Sicherheit erklären zu können, dafs, wenn er wirklich erzeugt wird, die Menge desselben viel unbedeutender seyn mufs, als während des gesunden Zustandes. — Da sich also während der Cholera bei normalem Zustande der Nieren in der Hauptmasse der Flüssigkeiten des Körpers kein Harnstoff vorfindet, auch durch Excretionen keiner ausgeschieden wird, so dürften die Nieren nicht das Organ für die Harnstoff-Bereitung seyn. Im Gegentheil mufs derselbe in Theilen des Körpers bereitet werden, in denen eine grofse Störung ihrer Functionen während der Cholera zu bemerken ist. Ich mache deshalb besonders auf das Capillar-Gefäfssystem der äufsern Oberfläche des Körpers aufmerksam, in welchem die Blut-Circulation fast völlig erlischt, wie der matte Puls, die Kälte dieser Theile und ihr Blauwerden zur Genüge darthut. Ich glaube deshalb, dafs der Harnstoff das Product der chemischen Zersetzung seyn dürfte, die das Blut während des Uebergangs aus den Arterien in die Venen der äufsern Hautfläche erleidet, und sage mit Fleifs der äufsern Hautfläche, weil die Circulation des Bluts besonders in diesen Theilen gehemmt ist, dagegen in den innern, edleren Theilen, vielleicht wegen gröfserer Wärme derselben, mit geringerer Störung fortgesetzt wird. — Die Unterbrechung der Urin-Secretion während der Cholera hat also ihren Grund darin: theils weil die Nieren im Blute keinen Harnstoff vorfinden, theils aber auch, weil das Blut sich in einem entwässerten Zustande befindet. — Die Functionen der Nieren als Regulatoren der Blutmischung müssen demnach suspendirt werden, da dem Blute diejenigen Bestandtheile fehlen, für deren Ausscheidung sie bestimmt sind. Diese Ansicht wird vollkommen durch das Resultat bestätigt, welches sich aus der Beschaffenheit des ersten Urins eines Kranken ziehen liefs, der eben die Cholera überstanden hatte. — Da sich die Mischung des Blutes nicht plötzlich nach dieser Krankheit wieder herstellt, wie aus der mitgetheilten Unter-

suchung des Bluts einer Kranken, die die Cholera überstanden hatte, aber in Folge davon noch an einem entzündlichen Fieber darniederlag, hervorgeht, sondern langsam erfolgt; so kann auch die Circulation des noch dikken Bluts in den Capillar-Gefäſsen der noch kalten äuſseren Flächen nur mit geringer Energie stattfinden. Die Folge davon ist, daſs wenig Harnstoff gebildet wird, und daſs mithin auch die Nieren nur wenig Harnstoff aus dem Blute extrahiren können; der Urin kann deshalb nur wenig Harnstoff enthalten, und sein spec. Gewicht muſs um so leichter seyn. — Und so hätten wir denn gefunden, daſs die auffallende Erscheinung des Aufhörens der Urin-Secretion während der Cholera als eine Folge der dieselbe begleitenden Blutentmischung betrachtet werden muſs.

Untersuchungen über die Galle, die sich in den Cholera-Leichen vorfindet.

Da ich keine gesunde menschliche Galle auftreiben konnte, so muſs ich mich darauf beschränken, nachstehenden, mit der Galle von Cholera-Verstorbener angestellten, Versuchen dasjenige gegenüberzustellen, was man über die Beschaffenheit normaler menschlicher Galle bisher beobachtet hat. — Ich beziehe mich deshalb rücksichtlich des spec. Gewichts und der Quantität der Galle auf John, und rücksichtlich ihres chemischen Verhaltens auf die schätzbaren Untersuchungen von Tiedemann und Gmelin.

Nach den Mittheilungen des Hrn. Dr. Jähnichen findet sich die Gallenblase in den Cholera-Leichen in der Regel in einem vergröſserten Zustande, und mit Galle strotzend angefüllt. *Die Gallengänge sind dabei keinesweges durch mechanische Hindernisse verschlossen.* Er hatte die Güte mir drei Gallenblasen zur Untersuchung zu übergeben, die die angeführten Eigenschaften in hohem Grade besaſsen. Die darin enthaltene Galle wog:

von No. 1. =14 Drachmen
- No. 2. =16 -
- No. 3. =15 -

Ihr specifisches Gewicht betrug 1043.

John giebt die Quantität der Galle im ausgewachsenen menschlichen Körper zu ungefähr 1 Unze. und ihr spec. Gewicht zu 1026 an.

Die Quantität und das spec. Gewicht der Galle Cholera-Kranker würde demnach auf das Doppelte gestiegen seyn. — Ihre übrigen äufseren Eigenschaften, namentlich die Farbe, differirten nicht von den gesunder Ochsengalle, nur war sie consistenter. Sie zeigte in dieser Beziehung ganz die Consistenz des braunen Zuckersyrups, und hatte auch dessen fadenziehende Eigenschaft.

Die Versuche, die ich mit ihr anstellte, sind kürzlich folgende:

Man mischte 1 Vol. der Galle mit 4 Vol. Alkohol von 80 Procent.

Es schied sich dabei eine grofse Menge einer Substanz aus, die Schleim, etwas Eiweifs, eine der menschlichen Galle eigenthümliche, in Weingeist unlösliche Substanz, und vielleicht auch noch andere Stoffe enthielt. Man trennte diesen Niederschlag von der weingeistigen Auflösung durch Filtration und verdampfte den Weingeist. Den Rest löste man wieder in Wasser und setzte Bleizucker zu dieser Auflösung. Es entstand dadurch ein beträchtlicher Niederschlag, der den ganzen Farbstoff der Galle nebst Gallenharz und etwas Picromel enthielt. Man filtrirte diese Flüssigkeit nochmals und setzte jetzt Bleiessig zu; dadurch entstand aber nur eine geringe Menge eines Niederschlags, ebenfalls Gallenharz und Picromel enthaltend. Man trennte ihn von der Flüssigkeit, leitete durch letztere Hydrothionsäure, entfernte das Schwefelblei und verdampfte die Flüssigkeit. Man erhielt als Rest reines Picromel. — Ferner wurden 3 Vol. Galle mit einem Volumen Aether geschüttelt. Der letztere färbte sich

dabei gelblich. Man gofs ihn in eine Glasschale und liefs ihn darin verdampfen. Während der Verdunstung krystallisirte Cholosterin aus der Flüssigkeit. Als Rest blieb ein saures Oel, welches mit Soda Seife bildete, mithin Oelsäure war.

Aus dieser Prüfung ergiebt sich, dafs Weingeist und Aether aus der Galle an der Cholera Verstorbener dieselben Bestandtheile auszogen, die Tiedemann und Gmelin in den gleichnamigen Auszügen der normalen Galle nachwiesen. Nur auf eine Verschiedenheit mufs ich aufmerksam machen. Die genannten Gelehrten sagen nämlich in ihren vortrefflichen Werken über die Verdauung, S. 89.

»Bleizucker trübte den weingeistigen Auszug der menschlichen Galle nicht, Bleiessig brachte dagegen einen starken Niederschlag hervor.«

Die Galle der an der Cholera Verstorbenen verhielt sich in dieser Beziehung gerade umgekehrt. Sie brachte nämlich mit Bleizucker einen starken Niederschlag, aber mit Bleiessig nur eine geringe Trübung hervor. Diefs würde auf einen stärkeren Gehalt an Gallenharz in der Galle Cholera-Kranker hindeuten.

Vergleicht man nun die Beschaffenheit der Galle Cholera-Kranker mit der oben aufgestellten Normal-Beschaffenheit, so ergiebt sich, dafs sie in beiden Fällen dieselben Bestandtheile zeigte. Der einzige Unterschied scheint darin zu bestehen, dafs die Galle Cholera-Kranker consistenter, schwerer, und mithin ärmer an Wasser ist, als die Gesunder.

Trotz dieser Gleichheit der Mischung spielt die Galle aber doch eine Rolle bei der Zerrüttung des Mechanismus unserer Constitution während der Cholera. Der Gallenergufs in das Duodenum ist nämlich gehemmt, wie aus den Untersuchungen der Excremente und ausgebrochenen Flüssigkeiten hervorgeht, und wie durch die Sectionen bestätigt wird, da die Gallenblase häufig vergröfsert und mit Galle überfüllt angetroffen wird. Da die Gallengänge

aber nicht durch mechanische Hindernisse verschlossen sind, so mufs das Hindernifs in einer krampfhaften Verschliefsung derselben gesucht werden. — Uebrigens ist diese Erscheinung von secundärer Wichtigkeit, da es bekannt ist, dafs die Gallengänge unterbunden, oder durch Gallen-Concretionen verschlossen werden können, ohne dafs das Leben dadurch direct gefährdet wird. Es tritt dabei nur Gelbsucht ein. Auffallend ist es aber, dafs während der Cholera nicht ebenfalls Gelbsucht erscheint!

Diefs wären die Resultate, die ich bei meinen Untersuchungen über die Cholera erhielt. Da sie aber nur einigen Werth durch Anwendung auf Physiologie und Pathologie erlangen können, so erlaube ich mir in dieser Beziehung einige Bemerkungen beizufügen.

Vor Allen mache ich auf die besondere Beschaffenheit des Bluts während der Cholera aufmerksam. Jedem, der diese Krankheit zu beobachten Gelegenheit gehabt hat, mufste es auffallen, dafs es bei höheren Graden derselben so dickflüssig wird, dafs es bei Aderlässen nicht aus den Venen fliefst. Ich habe bewiesen, dafs das Blut in diesem Zustande viel weniger Wasser und etwas weniger freie Essigsäure enthält, als im normalen Zustande; denn das Verhältnifs des Blutkuchens zum Blut-Serum war von 43 Proc. auf 60 Proc. gestiegen, das ursprünglich saure Serum war alkalisch geworden, und sein spec. Gewicht fand sich von 1,0270 auf 1,0360 erhöht. Nimmt man die Quantität des Bluts in einem ausgewachsenen Manne zu 30 Pfund, und (nach oben angeführten Experimenten) als Aequivalent der im normalen Serum enthaltenen freien Säure für 100 Vol. desselben 18,1 Vol. gasförmiger Kohlensäure an, so ergiebt sich, dafs der Blutmasse während der Cholera

8,5 Pfund Wasser und
47 Gran wasserfreie Essigsäure *)

entzogen wurden.

*) 30 Pfund normales Blut enthalten 17 Pfund Serum. 100 Vol. Serum gaben als Aequivalent der darin enthaltenen freien Säure

Die Blutverdickung geschieht mithin durch Wasser- und Essigsäure-Entziehung. Namentlich scheint die Entfernung der Essigsäure, *noch während des Lebens*, Faserstoff-Ausscheidung aus dem Blute zu bewirken, und dadurch am meisten zur Verdickung desselben beizutragen.

Ich stütze diese Vermuthung auf folgende Thatsachen:

1) Faserstoff ist an und für sich unauflöslich im Wasser.

2) Essigsäure ist ein Lösungsmittel für Faserstoff und Eiweifs, und

3) Der Hr. Dr. Jähnichen fand bei 50 Sectionen von Cholera-Leichen constant Ausscheidungen von Faserstoff im Herzen vor, der sich polypenartig an die inneren Wände, Muskelstämme und Klappen des Herzens angelegt hatte. Und zwar fand er sich in den Leichen, deren Tod langsam erfolgte, stets rein weifs, compact, fest anhängend und mannigfaltig mit den Muskelstämmen verschlungen; in den Leichen von Individuen aber, die sehr schnell der Krankheit erlagen, war die Ausscheidung nur unvollkommen erfolgt. Der Faserstoff bildete, mit Blutroth gemengt, wenig zusammenhängende und leicht von den Wänden des Herzens lösbare Massen. Dieser Unterschied kann nicht anders erklärt werden, als dafs die Faserstoff-Ausscheidung aus dem Blute noch während des Lebens erfolgte, und dafs er sich zwischen den, durch die Muskelstämme und Klappen gebildeten Verengerungen wie auf einem Seihetuche absetzte. Es ist klar, dafs sich diese Ausscheidungen um so vollkommener ausbilden mufsten, je langsamer sie erfolgten und je häufiger das zersetzte Blut jene Theile durchströmte. Hingegen

18,1 Vol. gasförmige Kohlensäure. Bei der Untersuchung des Blutkuchens ergab sich, dafs die Hälfte dieser Kohlensäure ursprünglich als freie Kohlensäure im Blute enthalten war, die andere Hälfte aber als ein Aequivalent der neben ihr darin enthaltenen Essigsäure zu berechnen sey. Es bleiben also für letztere 9 Vol., und diese geben für 17 Pfund Serum 47 Gran wasserfreie Essigsäure.

wird bei plötzlichem Eintreten der Blutentmischung die Circulation ein schnelles Ende erreichen, der Tod wird schnell erfolgen, und es können sich bei der allgemeinen Erstarrung der ganzen Blutmasse keine örtlichen Anhäufungen von Faserstoff ausbilden. — Diese Ansicht, dafs nämlich die Verdickung des Bluts durch Faserstoff-Ausscheidung bewirkt werde, die nach der Entfernung eines Theils seiner Lösungsmittel, der Essigsäure und des Wassers, erfolgte, wird auffallend dadurch bestätigt, dafs die Blutzersetzung während der Cholera stets erst eintritt, nachdem jene wäfsrigen Ausleerungen erfolgt sind, deren Hauptbestandtheile gerade diejenigen Stoffe sind, die dem Blute fehlen, nämlich: Wasser und Essigsäure. — Man wird deshalb zu dem Schlusse gezwungen:

»*die wäfsrigen Flüssigkeiten, die während der Cholera von oben und unten ausgeleert werden, machten vorher Bestandtheile des Bluts aus: durch ihre Entfernung wurde das Blut decomponirt.*«

Gegen diesen Schlufs, den ich schon in einem Berichte aussprach, den ich am 4. October 1830 im Moskauischen Medicinalrathe las, machte ein achtbarer Gelehrter den Einwurf, dafs es auch Fälle geben könne, wo der Tod ohne vorhergegangene Ausleerungen erfolgt, und dafs wohl dann auch keine Blutentmischung statt gefunden haben dürfte. Ich erklärte dagegen, dafs diese Fälle zu den seltneren gehörten, und dafs dann der Tod stets sehr schnell erfolgen würde. Blutentmischung müsse aber stets während der Cholera eintreten, und dafs man sicher annehmen könne, dafs eine Leiche, deren Blut bis zu ihrem Ende flüssig blieb, auch nicht an der Cholera gestorben sey. Dagegen gab ich zu, dafs die Blutentmischung bei sehr heftigen Anfällen der Cholera, in denen der Tod schon in wenigen Stunden erfolgt, auch ohne Ausleerungen statt finden könne; fügte aber hinzu, dafs man in solchen Fällen stets so viel einer sauren Flüssigkeit in den Eingeweiden der Leiche vorfinden würde,

dafs sich die Blutentmischung aus ihrer Entziehung erklären lasse. Diese Vorher-Verkündigung fand sich später durch die oben angeführten Mittheilungen des Hrn. Dr. Dann vollkommen bestätigt. — Also durch Entziehung jener sauren und wäfsrigen Flüssigkeiten, die durch Cholera-Kranke von oben und unten ausgeleert werden, oder die sich in Fällen, wo der Tod schnell und ohne vorhergegangene Ausleerungen erfolgte, in den Eingeweiden ansammelten, wird das Blut zersetzt. Es scheidet sich dabei Faserstoff aus, der sich zum Theil in dem Herzen als Pseudopolypen ansammelt, und durch Entziehung einer grofsen Quantität Wassers, die bis auf 8 Pfund steigen kann, wird das Verhältnifs der plastischen Bestandtheile des Bluts bedeutend vermehrt. Diese Veränderung erhöht die Consistenz des Blutes und verhindert seine Circulation durch die Capillar-Gefäfse; daher kommt die Kälte der äufsern Hautflächen und das Blauwerden der Cholera-Kranken. Endlich hört bei fortwährend steigender Verdickung des Bluts die Circulation ganz auf und der Tod mufs dadurch erfolgen.

»*Die nächste Ursache des Todes der Cholera-Kranken ist mithin die Verdickung des Bluts und das dadurch bewirkte Aufhören seiner Circulation.*«

Ich mufs aber darauf aufmerksam machen, dafs die Blutentmischung bei der allgemein anerkannten *vis medicatrix* belebter Organismen nicht, oder wenigstens nicht in so schneller Progression erfolgen könnte, wenn der Darmkanal seine Functionen verrichtete. Jene schnelle und das Leben so hart bedrohende Blutzersetzung durch fast blofse Wasserentziehung zwingt deshalb zu der Annahme:

»*dafs die Absorptionsfähigkeit des Darmkanals während der Cholera absolut ertödtet seyn mufs.*«

Und hierdurch wird die Cholera charakterisirt. Sie würde sich bei ungestörter Absorptionsfähigkeit des Darm-

kanals nicht von gewöhnlichen Diarrhöen und Erbrechen unterscheiden, denn auch hierbei werden dem Blute Flüssigkeiten entzogen. — Es entsteht aber hierbei Durst, und die Sauggefäfse des Darmkanals absorbiren aus den genossenen Getränken schnell wieder so viel Flüssigkeit als zur Wiederherstellung der Blutmischung nöthig ist. Während der Cholera findet aber keine Verdauung und Assimilation statt, wie Aerzte durch viele Erfahrungen bestätigen können. (Als Beweis kann auch noch das doppeltkohlensaure Natron dienen, das ich im Excremente eines Cholera-Kranken fand, der kurz vorher Sodawasser getrunken hatte.)

Alle Erscheinungen, die die Blutentmischung während der Cholera bewirken und dadurch den Tod herbeiführen, lassen sich mithin auf folgende Ursachen zurückführen:

1) Auf die Ursache, die Ausscheidung von Essigsäure und Wasser aus dem Blute bewirkt, und

2) auf die Ursache, die die Absorptionsfähigkeit des Darmkanals ertödtet.

Man hat über diese primitiven Ursachen der Krankheits-Erscheinungen während der Cholera sehr verschiedene Meinungen geäufsert, und diefs könnte schon als Beweis dienen, dafs sie dunkel und, wie jede letzte Ursache, schwer zu ergründen sind. Ich würde deshalb diesen abstracten Gegenstand am liebsten ganz mit Stillschweigen übergehen, wenn ich nicht die Verpflichtung auf mir hätte, die in diesem Aufsatze entwickelten Thatsachen auf einen organischen Grund zurückzuführen. — In neuster Zeit haben meine verehrten Freunde: Sr. Excellenz der Hr. wirkliche Etatsrath v. Loder, der Hr. Kollegienrath Dr. Markus und der Hr. Dr. Jähnichen in geistreichen Schriften die ersten Ursachen der Cholera in einem durch Einwirkung eines Miasma's bewirkten Leiden des sympathischen Nervens als Paralyse des Herzens

und als durch Einwirkung jenes Miasma's bewirkte chemische Zersetzung des Bluts darzustellen versucht. — Es kann mir als Nichtarzt nicht einfallen, jene, auf Symptome begründeten, Resultate der Forschungen so ausgezeichneter Aerzte kritisiren zu wollen; ich erlaube mir nur die Bemerkung: *daſs auch der nervus vagus Berücksichtigung zu verdienen scheint*, und finde die Belege dazu:

1) in dem die Anfälle der Cholera begleitenden krampfhaften Reize im Kehlkopfe,

2) in der krampfhaften Verschlieſsung der Gallengänge, und

3) in den copiösen Ausscheidungen einer sauren Flüssigkeit im Magen, die rücksichtlich ihrer chemischen Beschaffenheit vollkommen mit Magensaft übereinstimmt, die mithin nach den Erfahrungen mehrerer Physiologen, die die freie Säure im Magensafte verschwinden sahen, nachdem der nervus vagus unterbunden worden war, nur unter reizender Mitwirkung jenes Nerven erfolgen können.

Durch diese Gründe bewogen, erlaube ich mir folgendes Bild der primitiven Ursachen der Krankheitserscheinungen während der Cholera Aerzten zur Prüfung vorzulegen.

Die erste Veranlassung zu dieser Krankheit ist ein Miasma, welches sich bei gewissen Ausbildungsgraden der Cholera in den, mit dieser Krankheit behafteten Individuen erzeugt, und von ihnen in die Luft ausgehaucht und ausgedünstet wird. Jeder, der solche verpestete Luft einathmet, setzt sich der Gefahr aus, angesteckt zu werden, wenn er zur Cholera disponirt ist. Die Anzahl der zur Cholera disponirten Individuen ist aber nicht groſs (hier, in Moskau, waren es nur 3 Procent). Doch kann die Disposition durch viele Veranlassungen erhöht oder auch vermindert werden. Als Verminderungsmittel nenne ich besonders: Gleichmuth und Geistesstärke; als Erhöhungsmittel: Furcht, Sorge, Schlaftrunkenheit, Schlaffheit, Trun-

kenheit, Diätfehler und Erkältungen. — Das Princip der Fortpflanzung der Cholera, jenes Miasma, ist dasselbe, als das der eigentlich contagiösen Krankheiten. Es ist nur flüchtiger, wird daher schnell durch Verdampfung in die Luft übergeführt, gehorcht in dieser Auflösung den Gesetzen für den Wasserdunst, und wird nicht durch die Haut, wohl aber durch die Lungen, bei der Respiration, absorbirt. (Daher leiden unter den Hausthieren vorzugsweise die Hühner während einer Cholera-Epidemie.)

Diese Flüchtigkeit des Ansteckungsstoffs der Cholera, und die Erfordernisse einer Disposition zu dieser Krankheit, erzeugt den Streit über die Contagiosität oder Nichtcontagiosität derselben, denn die Nichtcontagionisten können sich nicht die Idee einer durch genannte Bedingungen sehr beschränkten Möglichkeit der Ansteckung aneignen.

Also auch ich bin der Meinung, dafs die primitive Ursache der Cholera in einem Miasma, Contagium, oder vielmehr in einem Krankheitssaamen zu suchen sey.

Dieser Saame erzeugt nun in den dazu disponirten Personen die Cholera. Meiner (vielleicht sehr unreifen) Ansicht nach, scheint er vor Allen eine Polarisation der Nerventhätigkeit zu bewirken. In den nervis vagis häuft sich Nerventhätigkeit an, dem Ganglien-System wird sie entzogen, und erzeugt dadurch eine Paralyse des letztern. Die Folge davon würde eine krampfhafte Ueberreizung der mit den nervis vagis in Verbindung stehenden, eine Erschlaffung der von dem Ganglien-System versorgt werdenden Organe seyn. Jener durch die nervis vagis bewirkte Reiz erzeugt den Krampf im Kehlkopf, das Verschliefsen der Gallengänge und jene copiösen Ausscheidungen eines sauren Magensaftes, der dem Blute entzogen ward, und somit seine Entmischung veranlafste. Wegen der Paralyse des Ganglien-Systems hört die Ab-

sorption durch den Darmkanal auf, die Mischung des Blutes kann deshalb nicht wieder hergestellt werden, es erstarrt und der Tod mufs erfolgen.

Was die Behandlung der Cholera nach der aufgestellten Theorie betrifft, so mufs das Augenmerk des Arztes auf Wiederherstellung des Gleichgewichts der Nerventhätigkeit, auf Verhütung der Blutzersetzung, auf Wiederherstellung der Mischung des Bluts und der dadurch gehemmten Circulation desselben gerichtet seyn.

Ich kann es mir erlassen, alle die Mittel, die diese Zwecke befördern können, aufzuzählen, da 8000 Cholera-Kranke den Aerzten Moskau's in dieser Beziehung eine reiche Erndte von Erfahrungen verstattet haben; füge daher nur folgende Bemerkungen bei.

Der günstigste Moment zur Bekämpfung der Cholera ist der Zeitraum, der zwischen dem ersten Anfalle der Krankheit und der beginnenden Blutzersetzung verstreicht. In diesem Stadium hat es der Arzt mit nichts weiter, als mit dem gestörten Gleichgewichte der Nerventhätigkeit zu thun. Das kräftigste Mittel dagegen ist der Wille des Kranken selbst. Der Arzt sorge also dafür, dafs das höllische Angstgefühl, welches den Beginn der Cholera begleitet, den Kranken nicht den Kopf benehme. Er fordere ihn auf, allen seinen Willen aufzubieten, um der Neigung zum Erbrechen zu widerstehen. Er benutze die Augenblicke, in denen sich der Kranke freier fühlt, um seine Gedanken von der Cholera abzulenken und ihn zu zerstreuen, kurz er wirke ermunternd, stärkend und beruhigend auf die Psyche des Kranken ein. Dabei gebe er ihm Mittel, die das Blut nach der Peripherie treiben, er errege dadurch Hautthätigkeit und Schweifs. Diefs wird er leicht durch warme aromatische Getränke oder durch heifsen schwarzen Kaffee bewirken können. Alles

kommt dabei nur darauf an, dafs der Kranke in einen warmen Schweifs gebracht werde, ehe Blutzersetzung eintritt. Ich bin überzeugt, dafs durch ein solches Verfahren leichte Anfälle von Cholera bei Personen, deren Nervenleben nicht zu zerrüttet ist, stets gehoben werden können. Zu beklagen ist es aber, dafs der Arzt die Kranken nur selten in jenen ersten Stadien der Cholera vorfindet. Meistentheils trifft er sie, nachdem schon wäfsrige Ausleerungen und mithin auch Blutzersetzung stattgefunden haben. In allen solchen Fällen ist die drohenste Erscheinung das Aufhören der Blutcirculation. — Der Arzt mufs deshalb seine Bemühungen vorzugsweise darauf richten, den, die Consistenz des Bluts erhöhenden Ausleerungen ein Ziel zu setzen, und das Stocken der Circulation zu verhindern: Ratanhia, Salep, Potio Riveri, mäfsige Gaben von Opium u. s. w. werden zur Erreichung des ersteren, Reibungen, reizende Bäder, Senfteig u. s. w. zur Erreichung des zweiten Zweckes beitragen.

Aderlässe können beim ersten Anfalle der Krankheit, besonders bei sehr vollblütigen Personen von Nutzen seyn, doch müssen sie nach häufigen Ausleerungen und dadurch bewirkter Blutzersetzung grofsen Schaden bringen. Oben angeführter Berechnung nach, nach welcher die Blutmasse eines Individuums, dessen Blut 60 Proc. Blutkuchen gab, 8½ Pfund seiner wäfsrigen Bestandtheile verloren hatte, setzt diefs in ein klares Licht; denn würde man es wohl gerathen finden, einem Kranken, dessen Blutmasse sich schon um 8 Pfund vermindert hatte, noch Blut zu entziehen?

Die eben erwähnte Thatsache, nämlich die grofse Entwässerung des Bluts, läfst mich sehr beklagen, dafs der Vorschlag des Hrn. Dr. Jähnichen: »*Wassereinspritzungen in die Venen zu versuchen*,« unberücksichtigt geblieben ist. In verzweifelten Fällen scheinen mir

dergleichen Einspritzungen das Einzige zu seyn, von dem man noch einigen Erfolg hoffen könnte. Man berücksichtige nur den Zustand eines Menschen bei einem Mangel von 8 Pfund Blut. Während der Cholera fehlen dem Blute des Kranken kurz vor dem Tode 8 Pfund Wasser, und die zurückbleibenden 22 Pfund Blut befinden sich in einem verdickten Zustande! Die Thätigkeit des Herzens mufs sich durch einen solchen Zustand ungewöhnlich vermindern; denn der durch die Blut*menge* bewirkte Reiz auf dasselbe mufs bei so grofser Verminderung derselben aufserordentlich geschwächt werden. Würde man aber die Quantität der Blutmasse wieder durch Wassereinspritzungen herstellen, so steht sehr zu hoffen, dafs die Thätigkeit des Herzens wieder angeregt und durch sie die Circulation, selbst in sehr verzweifelten Fällen, wieder hergestellt werden könnte.

II. *Ueber die Zusammensetzung des Terpenthinöls und einiger von demselben entstehenden Producte;*
von Dr. C. Oppermann aus Strasburg.

Unter den flüchtigen Oelen giebt es wohl keines, welches mehr Versuchen unterworfen worden ist, als das Terpenthinöl. Saussure und Houtou Labillardière haben seine Zusammensetzung ausgemittelt, und ihre Versuche sind so übereinstimmend, dafs sie jeden Zweifel an ihrer Richtigkeit zurückzuweisen scheinen. Diese Chemiker haben gefunden, dafs das Terpenthinöl zusammengesetzt ist aus:

	Saussure.	H. Labillardière.
Kohlenstoff	87,788	87,6
Wasserstoff	11,646	12,3
Stickstoff	0,566	0,0
	100,000	99,9

Demnach wäre es mit dem Steinöl, welches Saussure als aus

Kohlenstoff	87,8
Wasserstoff	12,2
	100,0.

bestehend angiebt, identisch.

Eine Analyse des Terpenthinöls, welche R. Hermann in Moskau vor Kurzem machte (diese Annalen, Bd. XVIII. (94.) S. 368.), stimmt, mit einem geringen Unterschiede in den Verhältnissen des Kohlenstoffs, mit den früheren überein, aber die Zusammensetzung des persischen Steinöls weicht von der Analyse, welche Saus-

stoff erhalten worden. Man begreift nach diesen Versuchen nicht, wie die Analyse von Hermann mit den von Houtou-Labillardière und Saussure übereinstimmen konnte.

Zur Analyse des Terpenthinöls bediente man sich des käuflichen, welches mehrmals über Chlorcalcium abgezogen worden war. Es wurde dazu der Apparat von Prof. Liebig angewendet, vermittelst welchen man, wie schon oben erwähnt wurde, weit gröfsere Mengen einer Substanz analysiren kann. Bei einer so flüchtigen Substanz, wie das Terpenthinöl, war er besonders von grofsem Nutzen. Die Verbrennungsröhren waren meistens $\frac{1}{2}$ Z. weit und 18 bis 20 Zoll lang; das Oel wurde in kleinen Glaskugeln, mit langen, feinen, offenen Spitzen versehen, in dem frisch geglühten Kupferoxyd vertheilt, doch so, dafs die offenen Spitzen gegen das zugeschmolzene Ende der Verbrennungsröhre gekehrt waren und $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll von einander entfernt lagen. Diesen an sich unbedeutend erscheinenden Umstand erwähne ich deshalb, weil ich bemerkte, dafs auf diese Weise bei Annäherung des Feuers das Oel langsam in Dampfform im Kupferoxyd sich verbreitete, und beim Verbrennen keine Explosion stattfand, wie es der Fall war, wenn die Spitzen nach vorn zu gerichtet lagen. Auch wurde es einmal mit dem Kupferoxyd auf die Art gemischt, dafs man es vermittelst einer Pipette tropfenweise hineinfallen liefs, und jedesmal eine Lage Kupferoxyd hineinbrachte. Auf beide Arten ging die Verbrennung, ohne dafs weifse Dämpfe sich bildeten, von statten.

Bei einigen Analysen wurde auch die Veränderung getroffen, dafs das Oel in eine tarirte Retorte eingeschlossen und mit der Verbrennungsröhre luftdicht verbunden wurde. Nachdem das Kupferoxyd im Glühen war, liefs man das Oel in Dampfform darüber streichen; jedoch hat diese Methode einige Unannehmlichkeiten, worunter diejenige die gröfste ist, dafs der Dampf, wenn er über den

interen Theil des reducirten und noch glühenden Kupfer
xyds streicht, davon zum Theil so zersetzt wird, dafs sich
ine Portion Kohle absetzt, die der Verbrennung entgeht.
Ian mufs auch den Hals des kleinen Retörtchens so lang
ssen, dafs er mehrere Zoll weit in das Kupferoxyd hin-
nreicht, so dafs hinter der Oeffnung, wo er heraustritt,
ch noch glühendes Kupferoxyd befindet. Im entgegen-
esetzten Falle verdichtet sich der Dampf zu Tropfen,
ie sich auf der heifsen Glasröhre zum Theil unter Ab-
gerung von Kohle zersetzen.

Die gelungensten Analysen, mit Hülfe des Appara-
es von Gay-Lussac und Liebig, sind folgende:

0,045 Grm. Terpenthinöl in ein kleines tarirtes Kölb-
hen eingeschlossen, gaben bei +24°,5 C. und 27′ 9″ Bar.
6 C. C. Kohlensäure, auf 0° C. und 28′ Bar. reducirt
=68,982 C. C. Kohlensäure, worin =37,79226 Kohlen-
toff, was in 100 berechnet macht:

Kohlenstoff 83,9828.

0,051 Grm. Terpenthinöl in ein tarirtes Glaskügel-
hen eingeschlossen, lieferten bei +24° C. und 29′ 9″ Bar.
5 C. C. Kohlensäure; diese auf 0° Therm. C. und
8′ Bar. reducirt, geben 77,24 C. C. Kohlensäure, wel-
he enthalten: Kohlenstoff =42,41556. In 100 Theilen
vürde man demnach erhalten:

Kohlenstoff 83,1677.

Ein Versuch, den Wasserstoff zu bestimmen, gab
on 0,098 Grm. Terpenthinöl =0,094 Grm. Wasser, wel-
hes, auf 100 berechnet, folgende Zahl giebt:

Wasserstoff 10,65653.

Würde man nach diesen beiden Analysen die Zusam-
nensetzung des Oels berechnen, so würde es in 100 Th.
estehen aus:

		1°.	2°.
1°.	Kohlenstoff	83,1677	83,9828
	Wasserstoff	10,6565	10,6565
	Sauerstoff	6,1758	5,3607
		100,0000	100,0000.

Nach dem zweiten Versuche berechnet, würde das Oel folgendermafsen nach Atomen zusammengesetzt seyn:

21 Vol. Kohlenstoff
31 Vol. Wasserstoff
1 Vol. Sauerstoff.

Nach der Methode von Prof. Liebig wurden 0,320 Grammen Terpenthinöl mit Kupferoxyd verbrannt; die Quantität Kohlensäure, die man durch Auffangen derselben in Aetzkali erhielt, betrug 0,979 Grm., das Wasser wog 0,338 Grm. In 100 Th. würde es demnach bestehen aus:

Kohlenstoff	84,5923
Wasserstoff	11,7349
Sauerstoff	3,6728
	100,0000.

Und seine Zusammensetzung nach Volumen wäre folgende, von der ersteren freilich sehr abweichende:

30 Vol. Kohlenstoff
51 Vol. Wasserstoff
1 Vol. Sauerstoff.

Vergleicht man diese Analyse mit den früheren von Houtou-Labillardière und Saussure, so erhält man einen Unterschied von 3,1 .... Proc. Kohlenstoff weniger, während der Wasserstoffgehalt unbedeutend abweicht. Labillardière fand 0,6 Proc. Wasserstoff mehr. Ure, der allein Sauerstoff in dem Oele vorfand, giebt ihn zu 7,87 Proc. an.

Künstlicher Campher.

Den künstlichen Campher erhält man, wie bekannt, durch Hineinleiten von salzsaurem Gase in Terpenthinöl, welches zu diesem Behufe rectificirt wurde. Es möchte vielleicht überflüssig erscheinen, hier seine Darstellung anzuführen, da diese, wie seine Beschaffenheit im Zustande der Reinheit, schon umständlich beschrieben worden ist (Ber-

zelius's Lehrbuch, Gmelin's Handbuch). Es sey erlaubt, nur in der Kürze diesen Gegenstand zu berühren.

Dieser Campher wird erhalten, indem man in rectificirtes Terpenthinöl, welches in einer 2 Fuſs langen und 1 Z. weiten, unter einem Winkel von 45° geneigten Glasröhre enthalten ist, trocknes salzsaures Gas leitet. Man läſst es deswegen vorher über geschmolzenes Chlorcalcium streichen. Das Gas wird schnell absorbirt, besonders wenn die Röhre beständig abgekühlt wird, da das Oel bei dieser Operation sich sehr erhitzt. Es verliert nach und nach seine Durchsichtigkeit, an den Seiten der Glasröhre setzten sich braune Tropfen an, welche bald nachher zu Boden sinken; nach einigen Stunden erstarrt das Oel zu einer weichen krystallinischen, wenig durchsichtigen Masse.

Diese Masse wird nun zwischen Fliesspapier so lange stark gepreſst, als sie an dieses noch Oel abgiebt; man erhält einen weiſsen, festen Kuchen, den man in einer Porcellanschale, mit etwas Kreide und Chlorcalcium gemengt, auf einen 30° bis 40° warmen Ofen bringt, wo man den Campher langsam in eine darüber gestellte Glasglocke sublimiren läſst. Schneller kann man ihn bei stärkerer Hitze sublimiren, aber er ist dann nicht ganz rein, da ihm dann freie Salzsäure, die durch Zersetzung von einer Portion desselben frei wird, anhängt.

Nach diesem Verfahren erhält man den künstlichen Campher in breiten, federartigen, glänzenden Blättern, welche sich wie Wachs zusammenkneten lassen. Er besitzt einen reinen aber schwachen Camphergeruch, einen sehr geringen aber gewürzhaften Geschmack, verbrennt mit stark ruſsender, am Rande grüner Flamme.

Ganz reiner künstlicher Campher in Weingeist aufgelöst, wird durch zugesetztes salpetersaures Silberoxyd nicht getrübt. In diesem Zustande entziehen ihm jedoch flüssige Alkalien Salzsäure. Gewöhnliche Salpetersäure wirkt nicht auf ihn, starke hingegen löst ihn auf unter

Entwicklung von salpetriger Säure. In Weingeist gelöst und sechs bis zehnmal über Kalkhydrat abgezogen, wird er zersetzt; durch Zusatz von Wasser liefert das Destillat einen weifsen, festen, campherartigen Körper, von dem noch später die Rede seyn wird. Das Kalkhydrat hatte sich zum Theil in Chlorcalcium verwandelt.

Die Menge von künstlichem Campher, welche aus dem Terpenthinöl erhalten wurde, betrug meistens mehr als die Hälfte des angewendeten Oels. Ich erwähne diefs deshalb, um auf einen Unterschied im gewöhnlichen Terpenthinöl aufmerksam zu machen, welches wohl der Natur der Substanzen nach, aus welchen es gewonnen wird, nicht überall das Nämliche seyn möchte.

Thénard erhielt aus 100 Th. Oel 110 Th. rohen künstlichen Campher; Trommsdorff erhielt von derselben Quantität nur 26,6, und Cluzel 47. Diese verschiedenen Mengen von Campher, erhalten unter denselben Umständen, scheinen wohl die chemische Verschiedenheit derselben aufser Zweifel zu setzen.

Den nicht krystallisirten Theil des Oels, der durch Filtriren vom krystallisirten abgeschieden worden war, versuchte ich vergebens durch ferneres Hineinleiten von salzsaurem Gase in Campher zu verwandeln, man konnte wohl durch starkes Erkalten noch etwas Campher aus der Flüssigkeit, die ihn aufgelöst enthielt, abscheiden, aber sie wurde durch dieses Behandeln mit salzsaurem Gaze nur immer brauner, zuletzt ganz dunkelbraun.

Die Bestimmung des in dem künstlichen Campher enthaltenen Chlors oder Salzsäure bietet Schwierigkeiten dar. Es wurde anfänglich versucht, den Campher auf die Weise zu zersetzen, dafs man ihn in Weingeist auflöste, so viel Kalkhydrat dann hinzuschüttete, dafs ein dicker Brei entstand, und diesen alsdann im Wasserbade abdestillirte. Allein die Zersetzung ist auch bei drei- bis viermaliger Destillation unvollständig, abgesehen davon, dafs bei öfterer Wiederholung dieser Operation leicht

Campher verloren gehen kann. Durch Auflösen des Rückstandes in Salpetersäure und Fällen mit salpetersaurem Silberoxyd wurden auf diese Weise erhalten:

Erster Versuch. Künstlicher Campher, 3,000 Grm. gaben durch Fällen mit Silber 1,050 Chlorsilber, in 100 also 8,6346 Chlor.

Zweiter Versuch. Künstlicher Campher, 0,500 lieferten 0,168 Chlorsilber, welches in 100 berechnet 8,28926 Chlor giebt.

Da das Destillat sich noch chlorhaltig zeigte, so wurde der in dem übergegangenen Weingeist enthaltene weifse Körper mit Wasser gefällt auf einem Filter gesammelt und mit gebranntem Kalk destillirt. Der Rückstand in Salpetersäure aufgelöst, gab bei diesem Versuch von 2,000 Grm. künstlichen Campher mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt:

(*Dritter Versuch.*) Chlorsilber 1,263. In 100 also 15,7936 Chlor. Der Campher enthält also mehr Chlor, und mehr als doppelt so viel als die ersten Analysen gaben. Die vollständige Zersetzung wurde nur in dem Falle erreicht, wenn man den Campher in Dampfgestalt über *glühenden* gebrannten Kalk streichen liefs. Diefs geschah auf die nämliche Weise, wie die Verbrennung mit Kupferoxyd; in einem an der Röhre angebrachten Kolben sammelte sich ein weifser Dampf, der sich zu gelben Tropfen condensirte, die einen starken empyreumatischen Geruch besafsen. Salpetersaures Silber wurde nicht im Geringsten dadurch getrübt. Der Kalk, der zur Zersetzung gedient hatte, war durch seine ganze Masse von einer äufserst feinen Kohle durchdrungen. Mit Salpetersäure aufgelöst und mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt, erhielt man 0,667 Grm. Chlorsilber =16,4798 Chlor. Aber auch hier war, trotz aller angewendeten Vorsicht, etwas Chlorsilber verloren gegangen, zum Theil beim Auswaschen, zum Theil beim Trocknen, da man genöthigt war das, beim Auswaschen mit übergerissene

Chlorsilber auf einem Filter zu sammeln und in Ammoniak aufzulösen.

Um diesem vorzubeugen und zugleich noch, um das Chlor direct zu bestimmen, wendete man Gay-Lussac's Verfahren beim Prüfen auf den Silbergehalt der Silberlegirungen an, doch so, dafs hier die salpetersaure Silberoxyd-Lösung die Stelle der titrirten Flüssigkeit vertreten mufste. Es wurden nämlich 1,500 Grm. chemisch reines Silber in Salpetersäure aufgelöst, beinahe bis zur Trockne in einem hohen Porcellantiegel abgedampft und dann mit so viel Wasser verdünnt, dafs 1 Centimeter Cub. 1 Milligramm Chlor anzeigte. Der in Salpetersäure aufgelöste rückständige Kalk erforderte 177 Centim. Cub. zum völligen Niederschlagen des darin enthaltenen Chlors; folglich waren in 1,000 Grm. Campher 0,177 Chlor enthalten. Um dieses Resultat zu controlliren, wurde der Niederschlag von Chlorsilber so oft ausgewaschen, als sich noch eine Spur salpetersauren Kalks darin finden liefs, getrocknet und gewogen. Man erhielt 0,718 Chlorsilber, welches völlig mit dem oben angegebenen Resultate übereinstimmte, denn 177 C. C. titrirte Silberlösung enthalten 0,541 Silber. Nach diesem Versuch enthält demnach 1,000 Grm. Campher 0,1771335 Grm. Chlor.

Die Zusammensetzung des künstlichen Camphers wurde auf eine ganz ähnliche Art wie bei dem Terpentinöl ausgemittelt, nur mit dem Unterschiede, dafs man ihn in Stücken, in einer sehr weiten Röhre mit wohlausgeglühtem Kupferoxyd schichtete, und bei der Verbrennung zu schnelles Erhitzen zu vermeiden suchte; es geschieht sonst leicht, dafs kleine Portionen Campher in Gestalt eines weifsen Dampfes von dem kohlensauren Gase mit übergerissen werden.

Erster Versuch mit dem Apparate von Gay-Lussac und Liebig. 0,050 Grm. künstlicher Campher gaben, mit Kupferoxyd verbrannt, 72 C. C. kohlensaures Gas, bei 28' Bar. und 19° Therm. C., auf 28' Bar. und

0° Therm. C. berechnet, =67,2112 C. C., welche in 100 Campher geben =73,64301 Kohlenstoff.

Zweiter Versuch mit dem nämlichen Apparate. 0,050 Grm. gaben durch Verbrennung, bei 26° Therm. C. und 27′ 8″ Bar., 74 C. C. Kohlensäure, auf 0° Therm. und 28′ Bar. reducirt, =66,6262 C. C. Danach würde der Kohlenstoff in 100 Campher betragen 73,003189.

Dritter Versuch mit dem Apparate von Prof. Liebig. 0,895 Grm. lieferten durch Verbrennung 2,365 Grm. Kohlensäure, in 100 Campher demnach =73,0639 Kohlenstoff.

Erster Versuch. Wasserstoffbestimmung. 0,395 Grammen gaben, durch Verbrennen 0,321 Grm. in Chlorcalcium aufgefangenes Wasser, welches in 100 Campher beträgt =9,02863 Wasserstoff.

Zweiter Versuch. Dieselbe Quantität lieferte 0,336 Grammen Wasser, folglich 9,45053 Wasserstoff in 100 Campher.

Nimmt man die gelungensten Analysen zusammen, so ergiebt sich folgende Zusammensetzung des künstlichen Camphers:

Kohlenstoff	73,00318
Wasserstoff	9,45053
Chlor	17,71335
	100,16706.

Würde man, nach dem Mischungsgewichte des Chlors und nach den weiter unten folgenden Analysen des Oels, den Campher berechnen, so erhielte man allerdings weniger Kohlenstoff, und leicht mag ein Beobachtungsfehler zu dieser geringen Differenz im Kohlenstoffgehalt Ursache gegeben haben. Denn man erhält auf diese Weise:

Kohlenstoff	72,80733
Wasserstoff	9,47942

Mehrere andere Versuche, die ich noch darüber anstellte, waren weniger befriedigend, da sich meistens beim

Verbrennen des Camphers im Kupferoxyd ein weifser Dampf gebildet hatte, und die Analyse deswegen fehl schlug.

Betrachtet man nun den Campher als Chlorverbindung, so erhält man:

Kohlenstoff	72,80723
Wasserstoff	9,47942
Chlor	17,71335
	100,00000

oder als salzsaure Verbindung:

Kohlenstoff	72,80723
Wasserstoff	8,98017
Salzsäure	18,21260
	100,00000.

Da das Mischungsgewicht des Chlors bekannt ist, so läfst sich leicht die Verbindung in Atomen berechnen. Nimmt man Chlor =70,940 an, so ergiebt sich folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff	291,5742
Wasserstoff	37,9739
Chlor	70,9400
	400,4881.

Mit **Berzelius's** Atomgewichten dividirt erhält man:

Kohlenstoff	23,80	oder	24	Atome	Kohlenstoff
Wasserstoff	37,97	-	38	-	Wasserstoff
Chlor	2	-	2	-	Chlor

oder auch:

24	Atome	Kohlenstoff
36	-	Wasserstoff
2	-	Salzsäure,

welches sich durch folgende Formel ausdrücken liefse:

$$ClH + 12H^3C^2.$$

Houtou-Labillardière hat die Zusammensetzung also bestimmt:

76,39	Kohlenstoff	oder 15	Maafs	Kohlenstoffdampf
9,63	Wasserstoff	- 12	-	Wasserstoffgas
14,07	Salzsäure	- 1	-	Salzsaures Gas.

Danach wäre das Mischungsgewicht =518,874, und der Campher zusammengesetzt aus:

Kohlenstoff	395,967	=32 Atomen	Kohlenstoff
Wasserstoff	49,967	=50 -	Wasserstoff
Salzsäure	72,940	=2 -	Salzsäure
	518,874.		

Da sich nun in dieser Substanz kein Sauerstoff findet, so geht daraus klar hervor, dafs der künstliche Campher nicht salzsaures Terpenthinöl ist, wofür man ihn angesehen hat, sondern dafs er aus Salzsäure und einem eigenthümlichen Körper besteht, welcher entweder durch die Wirkung dieser Säure auf die Bestandtheile des Terpenthinöls erzeugt, oder, wenn es aus einem Gemenge verschiedener Oele bestehen sollte, lediglich abgeschieden wird. Das Terpenthinöl enthält nämlich Sauerstoff, der Campher hingegen keinen, und das Verhältnifs des Kohlen- und Wasserstoffs in dem Terpenthinöl ist ebenfalls von dem der nämlichen Bestandtheile im künstlichen Campher verschieden.

Die eigenthümliche Verbindung, welche mit Salzsäure den künstlichen Campher hervorbringt, enthält, wie man leicht bemerkt, Kohlenstoff und Wasserstoff genau in dem Verhältnisse wie 2 : 3. Dieses ist das nämliche Verhältnifs, welches Dumas und Boullay in dem Weinöl und in der Weinschwefelsäure gefunden haben, von dem aber neuerdings (Geiger's Magazin für Pharmacie, 1831, März) bewiesen worden ist, dafs er wenigstens in dem Weinöl und in der Weinschwefelsäure nicht existirt.

Die Vermuthung einer Kohlenwasserstoffverbindung, in der Mitte stehend zwischen dem leichten Kohlenwas-

III. *Einige Bemerkungen über Abstofsung;* *von G. W. Muncke.*

Berzelius erwähnt in seinem schätzbaren Jahresberichte (vom 31. März 1829. Neunter Jahrg. Tüb. 1830. S. 45.) die von mir in diesen Annalen, Bd. XII. S. 235., mitgetheilten Wiederholungen des bekannten Leidenfrost'schen Versuches, und sagt, S. 47., wörtlich: »*dabei mufs auch eine wirksame Abstofsung zwischen dem Wasser und dem Metall stattfinden, indem sonst die von* Libri *angegebene und hieher gehörende Thatsache nicht eintreffen könnte, — dafs nämlich ein Wassertropfen an einem Metalldraht, der in der Nähe des Tropfens erhitzt wird, sich von der erwärmten Stelle entfernt, sogar wenn der Draht gegen dieselbe geneigt ist; was nicht nur mit Wasser und nässenden Flüssigkeiten, sondern auch mit durchaus nicht flüchtigen, z. B. mit Talg, Wachs, geschmolzenem Borax u. dergl. stattfindet.*«

Hiernach wird also angenommen, dafs es aufser der, durch zahllose Erscheinungen factisch erwiesenen *Anziehung* auch noch eine *Abstofsung* wägbarer Stoffe gebe. Nach den weitläufigen und gründlichen Untersuchungen von J. T. Mayer und Andern läfst sich zwar die Möglichkeit der Existenz einer solchen Repulsivkraft nicht in Abrede stellen, aber ihre Wirklichkeit ist noch keineswegs überzeugend nachgewiesen, wenn wir von dem noch immer dunkelen Verhalten der Wärme, insbesondere in Beziehung auf die Gasbildung, abstrahiren. Indem aber bei dem grofsen Ansehen, welches Berzelius mit Recht sich erworben hat, die zahlreichen Leser dieses Jahresberichtes zu der Meinung veranlafst werden könnten, als wollten manche Physiker einen so handgreiflichen Beweis

für

für die Existenz einer Repulsivkraft, auf welcher nicht blos die Erklärung des Leidenfrost'schen Versuches, sondern auch manche andere höchst wichtige Erscheinung beruhen soll, nicht anerkennen, und lieber bei einem eingewurzelten Vorurtheile beharren, so erlaube ich mir, gegen die aufgestellte Behauptung des berühmten Chemikers eine nur kurze, aber wie ich glaube unwiderlegliche, Einwendung zu machen.

Zuvörderst bemerke ich beiläufig, dafs kein Gegensatz zwischen *Wasser und sonstigen nässenden Flüssigkeiten* einerseits, und den *nicht flüchtigen* andererseits stattfinde, wie die Worte der Uebersetzung irrig anzunehmen veranlassen könnten, sondern die Eigenschaften, welche bei dem Libri'schen Versuche in Betrachtung kommen, sind Verdampfbarkeit und Nicht-Verdampfbarkeit, in sofern den erzeugten expansibelen Medien ein Einflufs auf die Erscheinung beigelegt wird. Dagegen müssen alle angewandte Flüssigkeiten den Draht in einem gewissen Sinne nässen, d. h. die Adhäsion derselben an den Draht mufs gröfser seyn, als die ihrer Theile unter einander, denn sonst werden sie, wie z. B. Quecksilber, nicht am Drahte hängen bleiben, und der Versuch wird an sich unmöglich.

Dafs aber zweitens zur Erklärung des Zurückweichens solcher Flüssigkeiten von der erwärmten Stelle des Drahtes keine Repulsion erfordert werde, zeigt folgende Betrachtung. Es sey die Stärke der Adhäsion der Flüssigkeit an dem kalten Drahte $= a$ (welche übrigens in unermefsbarer Entfernung bekanntlich weit gröfser ist, als das absolute Gewicht derselben), durch Erwärmung des Drahtes wird diese den Erfahrungen zu Folge zwar vermindert, kann aber auf keine Weise sofort $= o$ und dann weiter negativ werden, d. h. in Abstofsung übergehen, und möge also bei einem um t Grade erwärmten Drahte $= a - t^w x$ seyn (wobei zu bemerken ist, dafs der Werth von w und x bis jetzt noch nicht einmal

näherungsweise mit Gewifsheit aufgefunden ist), so wird die Flüssigkeit mit einer Kraft $= t^w x$ scheinbar von der erwärmten Stelle zurückgestofsen werden, weil die Differenz der beiden anziehenden Kräfte $= t^w x$ ist. Indem aber a weit gröfser, als das absolute Gewicht der Flüssigkeit ist, so kann der Quotient $\frac{a}{t^w x}$ immerhin eine kleine Gröfse seyn, und dennoch wird man den Draht beträchtlich gegen den Horizont neigen können, ohne dafs die Erscheinung des scheinbaren Abgestofsen-Werdens ausbleibt, welches erst dann stattfinden kann, wenn das absolute Gewicht der Flüssigkeit $= p$ und der Neigungswinkel gegen den Horizont $= \alpha$ gesetzt, $t^w x - p \,.\, \sin \alpha$ $= o$ oder negativ wird. Bei einer vollständigen Demonstration dieser Erscheinung darf die Adhäsion der Theilchen der Flüssigkeit gegen einander nicht übersehen werden, inzwischen würde diese Untersuchung hier zu weitläuftig seyn; es genügt aber das Mitgetheilte vollkommen zum Beweise der aufgestellten Behauptung.

Beitrag zur Thermo-Elektricität.

Bei der Erzählung der von mir angestellten thermoelektrischen Versuche in diesen Annalen, Bd. XX. S. 417, habe ich eine ähnliche Arbeit von Pouillet im *Journ. de Pharmac. T. XIV. p.* 150 übersehen, welche mir der ebengenannte Jahresbericht von Berzelius wieder ins Gedächtnifs bringt. Um die Versuche von Fresnel und Saigey zu prüfen, hing Pouillet feine Strohhalme an einem Haare von hinlänglicher Elasticität auf, um diese in einer gewissen Stellung zu erhalten, brachte diese Waagebalken unter eine Campane, und exantlirte letztere bis zu 2 Millimetern Quecksilberhöhe, erwärmte sie dann einseitig von Aufsen, und beobachtete die hierdurch erzeugten Bewegungen der Strohhalme. Eine Wachskerze in zwei Fufs Abstand verursachte eine Abweichung des Strohhalmes von seiner ersten Stellung; hauchte man auf die

cke, so geschah dieses noch mehr, aber es war bald
: Anziehung, wenn der Strohhalm tief unten hing, bald
: Abstofsung, wenn er hoch herauf hing, und wenn
eine Strohhalm in dem oberen Theile der Glocke,
anderer in dem unteren aufgehängt war, und man eine
lle des Glases zwischen beiden erwärmte, so wurde
er abgestofsen, dieser dagegen angezogen, das heifst:
wurden zu einer Art von Windfahne für den in der
cke erregten Strom von verdünnter Luft.

Es ist augenfällig, dafs die hier angegebenen Erschei-
gen keine andere sind, als die von mir in oben erwähn-
Abhandlung beschriebenen; allein Pouillet leitet sie
Luftströmungen ab, ich dagegen von der Thermo-Elek-
ität des Glases, und es scheint mir um so mehr noth-
ıdig, jene Erklärung näher zu prüfen, als ich vermu-
n mufs, dafs sie bereits mehrseitig Beifall gefunden hat.

Die Richtigkeit der auf wiederholte Beobachtungen
tützten Thatsachen vorausgesetzt, mufs ich zuvörderst
ennen, dafs ich die entgegengesetzten Bewegungen der
ohhalme in ungleichen Höhen mit mechanischen Ge-
zen nicht zu vereinigen vermag. Eine solche entge-
gesetzte Bewegung wäre allerdings vorhanden, wenn
in der Mitte zwischen beiden Waagebalken erwärmte
ft eine entgegengesetzte verticale Strömung erhielte, al-
ı dafs eine solche ganz unstatthaft sey, bedarf keines
weises. Die an einer einzelnen Stelle erwärmte Luft
igt in die Höhe, hebt die über ihr befindliche, zieht
untere nach sich, und es entsteht also eine auf die
izontalen Ebenen beider Strohhalme perpendiculär ge-
ltete lothrechte Strömung, welche als gleiche Ursache
h gleiche Wirkung haben mufs, ohne dafs die gröfsere
r geringere Höhe der Strohhalme einen Unterschied
hen kann, mithin werden beide entweder angezogen
r abgestofsen werden, je nachdem man den Einflufs
lothrechten Strömung auf die seitwärts in horizonta-
Ebenen befindlichen Luftschichten construirt. Diese

Schlufsfolgerung gilt auch für den Fall, wenn die verticale Luftströmung sich zwischen den Enden beider Strohhalme befindet, in sofern in diesem Falle zwar die Bewegungen einander entgegengesetzt seyn würden, jedoch für beide entweder eine Anziehung oder eine Abstofsung stattfände; denn zur Unterstützung einer ohnehin schwach begründeten Hypothese, wonach diese Bewegungen überhaupt aus Luftströmungen erklärt werden sollen, eine neue aufstellen, wonach ein verticaler Luftstrom die horizontalen Luftschichten nach einer Seite hin abstofsen, nach der anderen hin anziehen müfste, hiefse allen mechanischen Gesetzen Hohn sprechen. Eben so wenig bedarf es wohl einer Widerlegung, dafs die erwärmten Luftschichten, welche nach nothwendigen Gesetzen eine verticale Bewegung annehmen mufsten, und nur erst wegen des Widerstandes der oberen Wölbung der Campane zur horizontalen übergehen konnten, gleich anfangs und ursprünglich eine horizontale Bewegung angenommen haben sollten. Entweder sind also Pouillet's Beobachtungen falsch, oder sie müssen aus einer anderen Ursache, als den erzeugten Luftströmungen, erklärt werden, und hier bietet sich unwillkührlich die Elektricität als Lösung dieser Aufgabe dar, indem diese unter Bedingungen gleichzeitig abstofsend und anziehend auf zwei verschiedene Körper wirken kann.

Schon Fresnel, welcher seine beweglichen Körper zur Prüfung solcher geringen Kräfte so vorrichtete, dafs sie selbst nicht einseitig elektrisch werden konnten, dabei aber (eben wie anfangs ich selbst) auf eine Erregung der Elektricität in dem Glase der Campanen nicht verfiel, sagt ausdrücklich, dafs im lufterfüllten Raume, also nach seiner Ansicht bei gröfserem Widerstande des Mediums gegen die höchst geringe bewegende Kraft, die Erscheinung nicht minder stark erfolge, als im sogenannten luftleeren (im Guericke'schen Vacuo), und auch Pouillet redet von keinem Einflusse der Luftverdünnung. Hierin stimmen also beide mit mir überein. Da aber die Kraft

des Stofses einer bewegten Flüssigkeit ihrer Dichtigkeit direct proportional ist, Pouillet aber (und so können wir auch bei Fresnel annehmen) die angegebenen Bewegungen bei abnehmender Dichtigkeit der Luft bis zur 400fachen Verdünnung beobachtete, so frage ich für den Fall, dafs dieselben aus den Strömungen der Luft von so höchst ungleicher Dichtigkeit erklärt werden sollten, ob eine zwischen 1 und 400 ihrer Gröfse nach liegende Kraft sich nicht sofort als höchst ungleich darstellen mufste, und nicht schon Fresnel einen so auffallend grofsen Unterschied zuverlässig wahrgenommen haben würde? Dafs Fresnel, bekanntlich ein so feiner Beobachter, von diesem Unterschiede gänzlich schweigt, ist leicht erklärlich, wenn man berücksichtigt, dafs von ihm die ungleich dichte Luft blos als Widerstand leistendes Mittel betrachtet wurde, und dann ist dieses Hindernifs der Bewegung bei geringer Geschwindigkeit stets so unbedeutend, dafs es selbst bei grofser Ungleichheit ganz unbeachtet bleiben kann.

Ob Pouillet blos das eine angegebene Mittel der Erwärmung, nämlich eine Wachskerze in zwei Fufs Abstand, angewandt habe, ist nicht ausdrücklich gesagt, und überhaupt nicht wahrscheinlich, indefs setzte dieses den Strohhalm in Bewegung. Um die Gröfse der durch dieses Mittel erzeugten Erwärmung zu prüfen, hing ich ein Thermometer mit einer muschelförmig eingedrückten Kugel, nachdem die Vertiefung zuvor mit einer dünnen Lage Rufs von brennendem Kienholze überzogen war, um die Reflexion der Lichtstrahlen zu vermeiden, frei auf, stellte abwechselnd die Flamme einer gewöhnlichen Unschlitt-, Wachs- und Spermaceti-Kerze in eine horizontale Ebene mit der Thermometerkugel in zwei Fufs Abstand von derselben, konnte aber keine mefsbare Temperaturerhöhung wahrnehmen. Bei einem Abstande von blos einem Fufs mag dieselbe etwa 0°,25 C. betragen haben; doch ist auch dieses Resultat eher zu grofs als zu klein, und überhaupt sehr ungewifs. Diese Versuche wurden in der un-

bewegten, gegen einseitige Erwärmung geschützten Luft des nicht geheitzten grofsen Cabinets-Saales bei 0° C. Temperatur, bei 2°,5, bei 5°,75 und den zwischenliegenden Graden angestellt, indem allezeit das angegebene und ein weiter entferntes Thermometer genau mit einander übereinstimmten.

Eine Berechnung, wie grofs die Kraft der angenommenen Luftströmung in Pouillet's Versuchen gewesen seyn könne, ist wegen mangelnder scharf bestimmter Thatsachen unmöglich; indefs will ich aus dem, was mir zunächst zur Hand ist, wenigstens einige genäherte Zahlenbestimmungen suchen. In meinem Handbuche, p. 243, habe ich für den praktischen Gebrauch genügend die Geschwindigkeit der Bewegung erwärmter Luftsäulen $= c$ in par. Fufsmaafs und für eine Secunde mittlerer Sonnenzeit auf die Formel $c = 0{,}01452375\ (t - t')\ \sqrt{h}$ zurückgebracht, wenn $t - t'$ den Unterschied der Temperatur nach Graden der hunderttheiligen Scale und h die Höhe der Luftsäule in par. Fufs bezeichnet. Wird hierin h gewifs nicht zu klein $= 1$ Fufs und $t - t'$ übermäfsig hoch $= 3°$ C. angenommen, so ist $c = 0{,}04357$ Fufs $= 0{,}5228$ Zoll oder etwa 6 Linien. Auf gleiche Weise ist ebendaselbst, p. 255, zu gleichem Zwecke die Druckkraft der bewegten Luft gegen einen par. Quadratfufs Fläche in Cölnischen Pfunden durch die Formel $h' = v^2 \times 0{,}001579232\ldots$ ausgedrückt, wenn v die Geschwindigkeit bezeichnet. Wird dann das Cölnische Pfund zu 463000 Milligrammen angenommen, und die Druckkraft gegen eine Quadratlinie bei der aufgefundenen Geschwindigkeit gesucht, so ist

$$
\begin{array}{rl}
2\,.\,log.\ 0{,}04357125 & = 0{,}2783950 - \ \ 3 \\
log.\ 0{,}00157923 & = 0{,}1984371 - \ \ 3 \\
\hline
 & \ \ \ 0{,}4768221 - \ \ 6 \\
2\,.\,log.\ 144 \ldots\ldots\ldots & = 4{,}3167250 \\
\hline
 & \ \ \ 0.1600971 - 10 \\
log.\ 463000 \ldots\ldots & = 5{,}6655810 \\
\hline
log.\ h' & = 0{,}8256781 - \ \ 5
\end{array}
$$

welches 0,0000669... Milligramme gegen eine Quadratlinie giebt. Wegen der schlechten Leitungsfähigkeit der Luft ist selbst für eine Erwärmung des Glases bis 3° C. nicht anzunehmen, dafs diese bis auf 1 Zoll Entfernung von der Wandung mit gleicher Stärke eingedrungen sey, indefs will ich doch 2 Zolle annehmen. Wird dann ferner vorausgesetzt, dafs der Abstand des Strohhalmes von der Wandung des Glases 0,5 Zoll betragen habe, und nimmt man die gestofsene Fläche des Strohhalmes mit Rücksicht auf seine Cylinderform zu 6 Linien an, so beträgt dennoch die gesammte auf ihn wirkende Kraft nur 0,0004 Milligramme, also nicht einmal ein halbes Tausendstel dieses kleinen Gewichtes. War aber die Luft 400 Mal verdünnt, so betrug sie nur 0,000001 Milligramm. Bei dieser blos rohen, den ungleichen Abstand vom Drehungspunkte u. s. w. gar nicht berücksichtigenden Berechnung ist jedoch eine Temperatur-Erhöhung von 3° C. angenommen; der directe Versuch ergiebt aber, dafs die Vermehrung der Wärme durch eine Lichtflamme vermittelst eines mit Rufs überzogenen gewöhnlichen Quecksilberthermometers gar nicht wahrnehmbar ist, und bei der schlechten Wärmeleitung des Glases und der Luft kann unmöglich eine solche im innern Raume der Campane erregt werden, welche die Trägheit der Luft und des Strohhalmes zu überwinden vermögte. Diese Betrachtung, noch mehr aber die Beobachtung der fraglichen Erscheinung selbst, führen somit zu der festen Ueberzeugung, dafs letzterer eine andere Kraft, als die hier angenommene, von Fresnel jedoch von Anfang an gar nicht berücksichtigte, Luftströmung zum Grunde liegen müsse.

Höchst merkwürdig ist es dabei, dafs Pouillet rücksichtlich des Phänomens an sich genommen Recht hat. Um nämlich seine Behauptung auch von dieser Seite zu prüfen, stellte ich meinen bereits zweimal in diesen Annalen beschriebenen Apparat mit der gläsernen Halbkugel mitten in den grofsen Saal des Cabinettes, um alle

anderweitige Einflüsse zu vermeiden, und in 2 par. Fuſs Abstand von demselben eine Unschlittkerze, deren Flamme sich mit dem Hollundermarkkügelchen in der nämlichen horizontalen Ebene befand. Schon nach etwa 20 Minuten hatte sich der Waagebalken um 90 Grade gedreht, und das Kügelchen war der Lichtflamme gerade entgegengerichtet. Zunächst stellte ich die Kerze so, daſs der Waagebalken in seine vorige Lage wieder zurückkehren muſste, was auch nach 20 Minuten wirklich erfolgte, und so führte ich das Kügelchen nach allen Richtungen durch einen ganzen Kreis, konnte jedoch während 45 Minuten gar keine Bewegung hervorbringen, wenn das Kügelchen von der Lichtflamme um 180 Grade abstand, selbst wenn ich die Kerze bis auf 1 Fuſs näherte. Da nach den oben angegebenen Versuchen durch eine Lichtkerze in 2 Fuſs Abstand keine mit einem gewöhnlichen Thermometer meſsbare Wärme erzeugt wird, das Hollundermarkkügelchen 12 Linien von der Glaswand abstand, sein Durchmesser aber nicht mehr als eine Linie beträgt, so ist keine Luftströmung denkbar, welche dasselbe um 90 bis etwa 110 Grade im Azimuth herumzuführen vermögte, und wäre eine solche dennoch wirklich erzeugt, so muſste sie auf das andere Ende des Waagebalkens mit dem aufgeklebten Blattgolde, welches eine gröſsere Fläche, als das Kügelchen, darbietet, gleichfalls ihre Wirkung äuſsern. Auch hieraus geht also die Unhaltbarkeit der durch Pouillet aufgestellten Hypothese unverkennbar hervor; denn in meinen Versuchen wurde allezeit das Kügelchen *angezogen*, sein Abstand von der Lichtflamme mogte etwas mehr oder weniger als 90 Grade, mithin der des Blattgoldes etwas weniger oder mehr als eben so viel betragen. Man wird es übrigens leicht begreiflich finden, daſs von den verschiedenen, sonst so trefflichen, Beobachtern einige die Ursache dieser Erscheinung dem Lichte, andere der Wärme, und noch andere den hierdurch erzeugten Luftströmungen beigelegt haben; allein es ist diese keine andere, als die

ich selbst anfangs am wenigsten zulässig fand, nämlich die durch Wärme unmittelbar, und durch Licht mittelbar erzeugte Elektricität, was nach meiner Ansicht keines weiteren Beweises bedarf, wenn man die Reihe von Beobachtungen und die hieraus entnommenen Argumente berücksichtigt, die ich früher und jetzt hierüber mitgetheilt habe.

Pouillet erwähnt noch einen Umstand, welcher ungleich wichtiger ist, als seine beiläufig geschehene Erwähnung ahnen läfst. Es heifst nämlich, dafs die Wirkung verstärkt sey, wenn man auf die Glocke gehaucht hatte. Nach der Beschreibung der Versuche konnte dieses Anhauchen nur gegen die Aufsenseite der Glocke geschehen. Fragt man nach dem Causalnexus dieser Thatsache, so lassen sich, unter der Voraussetzung, dafs die Erwärmung durch den Hauch nicht selbst unmittelbar als Ursache wirke *), nach meiner Ansicht nur drei Wirkungsarten angeben:

1) Das Glas erhält durch die aufgelagerte dünne Wasserschicht eine rauhere, minder spiegelnde Oberfläche, läfst also die Wärme leichter durch, und die Wirkung wird verstärkt.

2) Die Lichtstrahlen durchdringen das Glas, ohne dieses selbst zu erwärmen (?), erzeugen aber hinter demselben in undurchsichtigen Körpern, also im Strohhalme, und somit zugleich über demselben, Wärme. Das durch den Hauch minder durchsichtig gewordene Glas dagegen entwickelt durch die auffallenden Lichtstrahlen mehr Wärme, dadurch wird die Wirkung verstärkt; es können aber nicht so viele Lichtstrahlen zum Strohhalme gelangen, und dadurch wird die Wirkung vermindert. Beide Kräfte sind einander entgegengesetzt, und die resultirende kann daher nur der Differenz beider gleich seyn.

*) Bei meinem Apparate bewegt sich das Hollundermarkkügelchen sogleich nach der angehauchten Stelle hin, wenn der Abstand beider nicht zu grofs ist.

3) Der feuchte Ueberzug erzeugt Verdampfung, diese entzieht dem Glase Wärme, und die Wirkung wird vermindert.

Es ist hierbei wohl zu berücksichtigen, dafs ich mich bemühet habe, im Sinne der durch Pouillet aufgestellten Hypothese zu erklären. Wenn man aber berücksichtigt, dafs selbst eine geschwärzte Thermometerkugel durch eine in 2 Fufs Abstand befindliche Kerzenflamme keine mefsbare Vermehrung der Wärme zeigt, dagegen sogleich eine Verminderung der Temperatur wahrnehmen läfst, wenn man sie anhaucht und dem freien Luftzuge aussetzt, so unterliegt es wohl kaum einem Zweifel, dafs die unter 1 und 2 aufgezählten Wirkungen gegen die unter 3 angegebene verschwinden, folglich nach Pouillet's Theorie keine Verstärkung des Effectes, sondern vielmehr eine Vermindernng entstehen mufste. Es stimmt jedoch diese Beobachtung auf eine merkwürdige Weise mit meinen früheren und hauptsächlich den neuesten überein. Schon in der vorigen Abhandlung habe ich gesagt, dafs die Feuchtigkeit der Körper die Erzeugung der Thermo-Elektricität *gewifs* nicht hindere, vielmehr dieselbe sogar zu vermehren scheine. Letzteres halte ich jetzt durchaus nicht mehr für zweifelhaft, denn meine beiden Apparate, der mit der gläsernen Halbkugel auf einer früher noch etwas feuchten hölzernen Scheibe, und der von Thon, sind nach dem völligen Austrocknen während des Sommers auffallend weniger empfindlich geworden, als sie früher waren. Auch dieser Umstand beweiset für die Richtigkeit meiner Ansicht, denn die leidenden Körper sind weit geeigneter zur Erzeugung der Thermo- und Contact-Elektricität, als die nicht leitenden. Da sich übrigens mein Apparat mit der Glaskugel gegen eine einzige Kerzenflamme in 2 Fufs Abstand so empfindlich zeigt, so habe ich mir vorgenommen, mit ihm die thermo-elektrische Kraft des Mondenlichtes zu prüfen, was jedoch grofse Vorsicht zur Vermeidung aller leicht möglichen fremden Einflüsse erfordert.

Endlich kann ich den Wunsch nicht unterdrücken, dafs mehrere Physiker sich ähnliche Apparate, als der von mir genau beschriebene ist, anschaffen und die Versuche wiederholen mögen, damit die, seit Fresnel's erster Beobachtung vielfach besprochenen, für die Thermo-Elektricität und hauptsächlich für den tellurischen Magnetismus so höchst wichtigen Erscheinungen recht bald eine allgemeinere Bekanntwerdung und festere Begründung erhalten.

IV. *Ueber die physischen Ursachen der täglichen Veränderungen des Barometer;*
von H. W. Dove.

Die Regelmäfsigkeit, mit welcher in tropischen Gegenden das Barometer zweimal täglich steigt und fällt, hat alle Reisenden, welche dort beobachteten, in Erstaunen gesetzt. Aber noch merkwürdiger ist es, dafs bei den gewaltsamsten Veränderungen der Atmosphäre der gemäfsigten Zone, nicht nur im Mittel aus vielen Beobachtungen, sondern fast in jedem einzelnen Falle sich jene stille Gesetzmäfsigkeit eines täglichen Wechsels geltend macht. Denn unter den barometrischen Extremen der sogenannten unregelmäfsigen Veränderungen finden sich die niedrigsten Stände am häufigsten 3 Uhr Nachmittags, zur Zeit des täglichen Minimum, die höchsten 9 Uhr Vormittags, zur Zeit des täglichen Maximum. Für Paris fand ich z. B. in 10 Jahren

		Max.	Min.
Morgens	9 U.	83	17
Nachmittags	3 -	1	54

ein Beweis, dafs die täglichen Veränderungen von den unregelmäfsigen Schwankungen des Barometer durchaus unabhängig sind.

Die Schwierigkeit, für die quantitative Bestimmung einer Erscheinung, welche eine tägliche Periode befolgt, hinreichende Data zu erhalten, ist durch die unermüdete Ausdauer vieler Beobachter beseitigt worden. Die reiche Zusammenstellung, welche wir Hrn. v. Humboldt im 10. Bande seiner Reise verdanken, die Berechnungen, welche Hällström in diesen Annalen, und Carlini im 5. Bande der Zeitschrift von Baumgärtner und Ettinghausen auf, der Zeit nach, gleich weit von einander abstehende Beobachtungen gegründet haben, und einige einzelne Abhandlungen über dieselbe Erscheinung an einem bestimmten Orte, haben so viele und so sichere empirische Elemente für eine Theorie des Phänomens geliefert, dafs es auffallen mufs, dafs man den abentheuerlichen Hypothesen, welche von Zeit zu Zeit über diesen Gegenstand so mannigfacher mühevoller Untersuchung bekannt gemacht werden, als Widerlegung nichts anders als ihre eigene Unhaltbarkeit gegenüber stellen kann. Aus den nachfolgenden Untersuchungen wird hervorgehen, dafs nur defswegen diese Erscheinung so räthselhaft sich zeigte, weil man die Bedingungen nicht sonderte, welche in sie eintreten.

Was zunächst die dynamischen Ursachen betrifft, so sind diese von Laplace bestimmt worden, nämlich:

1) die directe Einwirkung der Sonne und des Mondes auf die Atmosphäre,
2) das periodische Steigen und Fallen des Oceans, als der beweglichen Grundlage derselben,
3) die Anziehung des Meeres, dessen Gestalt veränderlich ist, auf sie.

Wäre die hieraus abgeleitete Ebbe und Fluth der Atmosphäre gleich den täglichen Oscillationen des Barometer, so wäre die Erscheinung nur eine astronomische. Aus den Berechnungen von Bouvard hat sich für die Mondfluth eine geringe Quantität ergeben; man kann daraus auf die geringe Gröfse der directen Einwirkung der

Sonne schliefsen, da sie sich nicht aus den in Beziehung auf die Sonne zu gleichen Zeiten angestellten Beobachtungen bestimmen läfst. Die dritte Einwirkung sieht Laplace als unerheblich an. Ueber die zweite besitzen wir keine Beobachtungen, welche besonders angestellt wären, sie zu messen. Da aber die täglichen Barometerveränderungen an Küsten, wo keine Ebbe und Fluth des Meeres ist, sich analog verhalten, wie da, wo diese sehr bedeutend ist, so kann sie nur unerheblich seyn.

Bei jenen Betrachtungen ist das Meer als die Grundlage der Atmosphäre angenommen. Man könnte dagegen einwenden, dafs, da das Wasser Luft absorbire, jene Annahme nicht verstattet sey. Bestimmt man aber nach dem bekannten Dichtigkeits-Verhältnifs der absorbirten zu den unabsorbirten Gasarten für eine mittlere Tiefe des Meeres von 3 — 4000 Meter die Quantität der absorbirten Luft, so erhält man eine gegen das Gewicht der Atmosphäre zu vernachlässigende Gröfse.

Die täglichen Veränderungen des Barometers müssen also noch andere Ursachen haben, als jene dynamischen.

Da die trockne Luft und die mit ihr vermischten Wasserdämpfe gemeinschaftlich auf das Barometer drücken, die in ihm gehobene Quecksilbersäule also aus zwei Theilen besteht, deren einer durch die trockne Luft, der andere durch die Wasserdämpfe getragen wird, so sieht man leicht ein, dafs, da mit steigender Wärme die Dichtigkeit der Luft sich mindert, während die Verdampfung steigt, die täglichen Barometerveränderungen mit dem täglichen Temperaturwechsel nicht in einem leicht übersichtlichen Zusammenhange stehen werden. So lange wir nämlich nicht das quantitative Verhältnifs beider, zugleich aber in entgegengesetztem Sinne stattfindenden, Veränderungen kennen, läfst sich nicht einmal bestimmen, ob der Gesammtdruck mit einem Wachsen der Wärme zu- oder abnehmen wird, ob nicht vielleicht in einem Theile des Tages das Uebergewicht auf Seiten der einen Verände-

rung ist, den übrigen Theil des Tages auf Seiten der andern. Es ist daher klar, dafs nur durch das gleichzeitige Beobachten des Barometers und Hygrometers ein Verständnifs der täglichen Veränderungen zu erwarten ist. Auf diese Nothwendigkeit habe ich schon in einer früheren Abhandlnng aufmerksam gemacht, die dort benutzten Beobachtungen waren aber nicht geeignet, die Aufgabe selbst zu lösen. Ich werde diefs jetzt durch die Berechnung der Beobachtungen zu thun versuchen, welche Hr. Dr. Neuber in Apenrade angestellt hat, und welche im 1. Bande der *Collectanea meteorologica sub auspiciis societatis scientiarum Danicae edita* abgedruckt sind.

Das Barometer und das Daniell'sche Hygrometer ist täglich 10 Mal, nämlich um 7, 9, 11, 12, 1, 3, 5, 7, 9 und 11 Uhr ein Jahr hindurch, vom Juni 1824 bis Mai 1825, beobachtet. Aus dem Condensationspunkte habe ich nun für jede einzelne Beobachtung nach der Dalton'schen Tabelle die Elasticität des Wasserdampfes bestimmt, nach Reduction auf französisches Maafs durch Abziehen von der gleichzeitigen Barometerhöhe den Druck der trocknen Luft erhalten, und so die folgenden Tafeln construirt, in welche nur die Tage aufgenommen sind, wo keine Beobachtung ausgefallen ist, um nicht willkührlich interpoliren zu müssen.

Elasticität des Wasserdampfes in par. Linien.

	7	9	11	12	1	3	5	7	9	11	Veränderung.	Anzahl d. Tage.
Januar	2''',545	2''',567	2''',624	2''',713	2''',747	2''',691	2''',613	2''',556	2''',556	2''',556	0''',202	31
Februar	2 ,195	2 ,195	2 ,365	2 ,444	2 ,466	2 ,455	2 ,286	2 ,162	2 ,150	2 ,150	0''',316	28
März	2 ,072	2 ,195	2 ,320	2 ,376	2 ,444	2 ,410	2 ,263	2 ,150	2 ,128	2 ,117	0''',372	31
April	2 ,996	3 ,299	3 ,479	3 ,570	3 ,592	3 ,603	3 ,432	3 ,176	3 ,119	2 ,973	0''',630	30
Mai	3 ,570	3 ,941	4 ,099	4 ,135	4 ,177	4 ,088	4 ,031	3 ,839	3 ,570	3 ,333	0''',844	31
Juni	4 ,932	5 ,191	5 ,528	5 ,698	5 ,653	5 ,630	5 ,405	5 ,101	4 ,685	4 ,347	1''',251	26
Juli	5 ,461	5 ,900	6 ,216	6 ,216	6 ,340	6 ,362	6 ,125	5 ,799	5 ,214	4 ,999	1''',363	30
August	5 ,236	5 ,777	6 ,272	6 ,463	6 ,576	6 ,452	6 ,261	5 ,731	5 ,315	4 ,954	1''',621	30
September	4 ,876	5 ,709	5 ,979	6 ,069	6 ,182	6 ,272	6 ,047	5 ,573	5 ,226	4 ,909	1''',396	26
October	3 ,637	3 ,930	4 ,256	4 ,311	4 ,369	4 ,335	4 ,133	3 ,896	3 ,828	3 ,750	0''',732	31
November	2 ,951	2 ,984	3 ,187	3 ,243	3 ,221	3 ,164	3 ,085	3 ,029	2 ,996	2 ,973	0''',292	30
December	2 ,725	2 ,725	2 ,815	2 ,826	2 ,849	2 ,849	2 ,803	2 ,758	2 ,725	2 ,725	0''',124	31

Druck der trocknen Luft.

	7	9	11	12	1	3	5	7	9	11	Veränderung.
Jan.	335''',600	335''',654	335''',610	335''',475	335''',388	335''',404	335''',569	335''',593	335''',628	335''',645	0''',266
Febr.	335 ,725	335 ,740	335 ,661	335 ,557	335 ,473	335 ,495	335 ,769	335 ,970	336 ,006	336 ,016	0''',543
März	337 ,386	337 ,272	337 ,126	337 ,045	336 ,915	336 ,902	337 ,096	337 ,309	337 ,435	337 ,560	0''',658
April	333 ,761	333 ,561	333 ,268	333 ,140	333 ,068	332 ,964	333 ,085	333 ,444	333 ,578	333 ,784	0''',820
Mai	333 ,823	333 ,465	333 ,299	333 ,255	333 ,208	333 ,272	333 ,302	333 ,570	333 ,968	334 ,305	1''',097
Juni	331 ,240	330 ,987	330 ,619	330 ,417	330 ,437	330 ,392	330 ,660	331 ,019	331 ,470	331 ,823	1''',431
Juli	330 ,660	330 ,262	329 ,895	329 ,933	329 ,806	329 ,812	330 ,072	330 ,414	331 ,048	331 ,289	1''',483
Augst	331 ,090	330 ,562	330 ,114	329 ,938	329 ,814	329 ,905	330 ,074	330 ,606	330 ,982	331 ,352	1''',538
Sptbr.	332 ,422	331 ,666	331 ,405	331 ,295	331 ,137	330 ,958	331 ,204	331 ,812	332 ,092	332 ,510	1''',552
Octb.	329 ,898	329 ,713	329 ,417	329 ,331	329 ,229	329 ,163	329 ,361	329 ,618	329 ,674	329 ,744	0''',735
Nvbr.	328 ,976	329 ,093	329 ,040	328 ,980	328 ,949	328 ,936	329 ,025	329 ,088	328 ,894	328 ,717	0''',376
Dcbr.	330 ,314	330 ,423	330 ,291	330 ,238	330 ,104	329 ,936	330 ,013	330 ,165	330 ,310	330 ,370	0''',478

Veränderungen des Barometers.

	7	9	11	12	1	3	5	7	9	11	Veränderung.
Jan.	338''',145	338''',221	338''',234	338''',188	338''',135	338''',095	338''',182	338''',149	338''',184	238''',201	0''',139
Febr.	337 ,920	337 ,935	338 ,026	338 ,001	337 ,939	337 ,950	338 ,055	338 ,132	338 ,156	338 ,166	0 ,227
März	339 ,458	339 ,467	339 ,446	339 ,421	339 ,359	339 ,312	339 ,359	339 ,459	339 ,563	339 ,677	0 ,365
April	336 ,757	336 ,760	336 ,747	336 ,710	336 ,660	336 ,567	336 ,517	336 ,620	336 ,697	336 ,757	0 ,240
Mai	337 ,393	337 ,406	337 ,398	337 ,388	337 ,385	337 ,360	337 ,333	337 ,409	337 ,538	337 ,638	0 ,305
Juni	336 ,172	336 ,178	336 ,147	336 ,115	336 ,090	336 ,022	336 ,065	336 ,120	336 ,155	336 ,170	0 ,156
Juli	336 ,121	336 ,162	336 ,111	336 ,149	336 ,146	336 ,174	336 ,197	336 ,213	336 ,262	336 ,282	0 ,161?
Augst	336 ,326	336 ,339	336 ,386	336 ,401	336 ,390	336 ,357	336 ,335	336 ,337	336 ,297	336 ,306	0 ,104?
Sptb.	337 ,298	337 ,375	337 ,384	337 ,364	337 ,319	337 ,230	337 ,251	337 ,385	337 ,318	337 ,419	0 ,189
Octb.	333 ,535	333 ,643	333 ,673	333 ,642	333 ,598	333 ,498	333 ,494	333 ,514	333 ,502	333 ,494	0 ,041
Nvbr.	331 ,927	332 ,077	332 ,227	332 ,213	332 ,170	332 ,100	332 ,110	332 ,117	331 ,880	331 ,690	0 ,537?
Dcbr.	333 ,039	333 ,148	333 ,106	333 ,064	332 ,953	332 ,758	332 ,816	332 ,923	333 ,035	333 ,095	0 ,363

Das Resultat dieser Sonderung ist sehr überraschend. Man sieht, dafs die täglichen Veränderungen des Barometers die Unterschiede zweier viel bedeutender Veränderungen sind, welche vom Winter nach dem Sommer zu sehr rasch zunehmen. Um den Gang dieser Veränderungen innerhalb der täglichen Periode näher zu ermitteln, bedienen wir uns der Formel von Bessel $\alpha^{(x)} = u + u' \sin(x + U') + u'' \sin(2x + U'')$ deren Constanten nach der Theorie der kleinsten Quadrate, wenn $\alpha_0\ \alpha_1\ \alpha_2 \ldots \alpha_{(n-1)}$ n gleich weit von einander abstehende, innerhalb der ganzen Periode vertheilte Beobachtungen bezeichnen, u. $z = \frac{2\pi}{n}$ durch folgende Gleichungen gegeben werden:

$$u = \frac{1}{n}\left[\alpha_0 + \alpha_1 \qquad + \alpha_2 \qquad + \ldots \alpha_{n-1}\right]$$

$$u' \sin U' = \frac{2}{n}\left[\alpha_0 + \alpha_1 \cos z + \alpha_2 \cos 2z + \ldots \alpha_{n-1} \cos(n-1)z\right]$$

$$u' \cos U' = \frac{2}{n}\left[\qquad \alpha_1 \sin z + \alpha_2 \sin 2z + \ldots \alpha_{n-1} \sin(n-1)z\right]$$

$$u'' \sin U'' = \frac{2}{n}\left[\alpha_0 + \alpha_1 \cos 2z + \alpha_2 \cos 4z + \ldots \alpha_{n-1} \cos(n-1)2z\right]$$

$$u'' \cos U'' = \frac{2}{n}\left[\qquad \alpha_1 \sin 2z + \alpha_2 \sin 4z + \ldots \alpha_{n-1} \sin(n-1)2z\right]$$

Da aber in unsern Beobachtungen die Morgenbeobachtungen um 1, 3 und 5 Uhr fehlen, wenn man $n = 12$ setzt, so werden, wenn wir jene fehlenden Beobachtungen, welche die $n-3$te, $n-2$te, $n-1$ste seyn mögen, mit x, y, v bezeichnen, die gesuchten Constanten erst nach Elimination dieser Unbekannten sich bestimmen lassen. Diese Elimination erhält man aber, wenn der Kürze wegen

$$u = p$$
$$u' \sin U' = p'$$
$$u' \cos U' = q'$$
$$u'' \sin U'' = p''$$
$$u'' \cos U'' = q''$$

setzt wird, aus den Gleichungen

$$=p+p'\cos(n-3)z+q'\sin(n-3)z+p''\cos(n-3)2z$$
$$+q''\sin(n-3)2z$$
$$=p+p'\cos(n-2)z+q'\sin(n-2)z+p''\cos(n-2)2z$$
$$+q''\sin(n-2)2z$$
$$=p+p'\cos(n-1)z+q'\sin(n-1)z+p''\cos(n-1)2z$$
$$+q''\sin(n-1)2z.$$

Für unsern Fall, wo α_0 die Beachtung um 7 Uhr, die um 9 u. s. f. mit Weglassung der Mittagsbeobachung seyn mag, wird

$$x=p-q'-p''$$
$$y=p+\tfrac{1}{2}(p'-p'')-(q'+q'')\cos 30^\circ$$
$$v=p+\tfrac{1}{2}(p''-q')+(p'-q'')\cos 30^\circ$$

nd

$$12p=a+x+y+v$$
$$12p'=b+y+2v\cos 30^\circ$$
$$12q'=c-2x-2y\cos 30^\circ-v$$
$$12p''=d-2x-y+v$$
$$12q''=e-2y\cos 30^\circ-2v\cos 30^\circ$$

ro nämlich

$$=\alpha_0+\alpha_1+\alpha_2\ldots\alpha_8$$
$$=2(\alpha_0-\alpha_6)+\alpha_2-\alpha_4-\alpha_8+(\alpha_1-\alpha_5-\alpha_7)\cos 30^\circ$$
$$=2\alpha_3+\alpha_1+\alpha_5-\alpha_7+2(\alpha_2+\alpha_4-\alpha_8)\cos 30^\circ$$
$$=2(\alpha_0+\alpha_6-\alpha_3)+\alpha_1+\alpha_5+\alpha_7-\alpha_2-\alpha_4-\alpha_8$$
$$=2(\alpha_1-\alpha_5+\alpha_7+\alpha_2-\alpha_4+\alpha_8)\cos 30^\circ$$

ezeichnet. Daraus also

$$28-16\cos 30^\circ)x=9a+\tfrac{7}{4}b-\tfrac{61}{8}c-\tfrac{43}{8}d-\tfrac{9}{4}e$$
$$+(2a+\tfrac{11}{4}b-\tfrac{3}{2}c+\tfrac{1}{2}d-\tfrac{15}{4}e)\cos 30^\circ$$
$$8v=8x+\tfrac{1}{2}c+\tfrac{3}{2}d+(b-e)\cos 30^\circ\,.$$
$$(1+\cos 30^\circ)y=7x-v-a+c+d.$$

Diese Werthe von $x\ y\ v$ werden nun in die Gleihungen für $p\,p'\,q'\,p''\,q''$ substituirt, welches mir bequemer cheint, als wenn man ohne Rücksicht auf die Combinaonen, welche $\alpha_0\ \alpha_1$.. in den Werthen der p und q rhalten, die Unbekannten unmittelbar aus $\alpha_0\ \alpha_1$.. beimmt, und dann erst die Combinationen für p, q voll-

führt. Dafs die Formeln nicht auf willkührlich interpolirte Beobachtungen gegründet werden dürfen, leuchtet ein, da der Zweck, die wahrscheinlichsten Werthe der Constanten aus den wirklich angestellten Beobachtungen zu erhalten, sonst verfehlt wird.

Für die Jahreszeiten erhielt ich nun folgende Mittel:

Wasserdampf.

	Sommer.	Herbst.	Winter.	Frühling.	Jahr.
7	5''',225	3''',772	2''',500	2''',883	3''',570
9	5 ,641	4 ,133	2 ,511	3 ,141	3 ,828
11	6 ,024	4 ,402	2 ,613	3 ,299	4 ,042
Mittag 12	6 ,148	4 ,470	2 ,669	3 ,355	4 ,133
1	6 ,216	4 ,515	2 ,691	3 ,401	4 ,177
3	6 ,170	4 ,515	2 ,680	3 ,366	4 ,155
5	5 ,956	4 ,335	2 ,578	3 ,243	3 ,997
7	5 ,562	4 ,099	2 ,511	3 ,051	3 ,784
9	5 ,160	3 ,952	2 ,488	2 ,939	3 ,582
11	4 ,785	3 ,828	2 ,488	2 ,803	3 ,468

Trockne Luft.

	Sommer.	Herbst.	Winter.	Frühling.	Jahr.
7	330''',983	330''',333	333''',816	334''',998	332''',584
9	330 ,588	330 ,085	333 ,874	334 ,748	332 ,378
11	330 ,194	329 ,881	333 ,790	334 ,577	332 ,178
Mittag 12	330 ,080	329 ,791	333 ,696	334 ,497	332 ,069
1	329 ,998	329 ,703	333 ,598	334 ,412	331 ,981
3	330 ,022	329 ,616	333 ,561	334 ,393	331 ,951
5	330 ,245	329 ,816	333 ,716	334 ,506	332 ,125
7	330 ,667	330 ,090	333 ,832	334 ,791	332 ,392
9	331 ,082	330 ,131	333 ,914	335 ,007	332 ,613
11	331 ,520	330 ,226	333 ,963	335 ,235	332 ,769

Barometer.

	Sommer.	Herbst.	Winter.	Frühling.	Jahr.
7	336''',208	334''',105	336''',316	337''',881	336''',154
9	336 ,229	334 ,218	336 ,385	337 ,889	336 ,206
11	336 ,218	334 ,283	336 ,403	337 ,876	336 ,220
ag 12	336 ,228	334 ,261	336 ,365	337 ,852	336 ,202
1	336 ,214	334 ,218	336 ,289	337 ,813	336 ,158
3	236 ,192	334 ,131	336 ,241	337 ,759	336 ,106
5	336 ,201	334 ,151	336 ,294	337 ,749	336 ,122
7	336 ,229	334 ,189	336 ,343	337 ,842	336 ,176
9	336 ,242	334 ,083	336 ,402	337 ,946	336 ,195
11	336 ,305	334 ,054	336 ,451	338 ,038	336 ,237

Die daraus abgeleiteten Formeln sind, wenn e die ticität des Wasserdampfes bezeichnet, p den Druck trocknen Luft, x den von 7 Uhr Morgens an geten Stundenwinkel, folgende:

Jahr $e^{(x)} = 3''',732 + 0''',4086 \sin(x - 14^\circ 15') + 0''',0522 \sin(2x + 266^\circ\ 5')$

Som. $e^{(x)} = 5''',3965 + 0''',8296 \sin(u - 12^\circ 18') + 0''',0079 \sin(2x - 15^\circ 12')$

Hrbst $e^{(x)} = 4''',0389 + 0''',4549 \sin(x - 20^\circ 37') + 0''',0902 \sin(2x - 66^\circ 52')$

Wint. $e^{(x)} = 2'',5544 + 0''',0714 \sin(x - 7^\circ 43') + 0''',0641 \sin(2x + 241^\circ 58')$

Frühl. $e^{(x)} = 3''',0194 + 0''',3586 \sin(x - 14^\circ 31') + 0''',0445 \sin(2x - 55^\circ 21')$

Jahr $p^{(x)} = 332''',4376 + 0''',4220 \sin(x + 166^\circ 12') + 0''',0713 \sin(2x + 38^\circ 44')$

Som. $p^{(x)} = 330''',8395 + 0''',8689 \sin(x + 168^\circ 25') + 0''',0176 \sin(2x - 66^\circ 57')$

Hrbst $p^{(x)} = 330''',0632 + 0''',3159 \sin(x + 154^\circ\ 6') + 0''',1169 \sin(2x + 72^\circ\ 1')$

Wint. $p^{(x)} = 333''',7832 + 0''',0968 \sin(x + 180^\circ 27') + 0''',1219 \sin(2x + 26^\circ 45')$

Frühl. $p^{(x)} = 334''',8706 + 0''',4663 \sin(x + 166^\circ\ 6') + 0''',0301 \sin(2x + 8^\circ\ 6')$

Bezeichnet B den Barometerstand, ist also

$$B^{(x)} = p^{(x)} + e^{(x)}$$

so wird wenn

$$p^{(x)} = a + a' \sin(x + \alpha') + a'' \sin(2x + \alpha'')$$
$$e^{(x)} = b + b' \sin(x + \beta') + b'' \sin(2x + \beta'')$$
$$B^{(x)} = c + c' \sin(x + \gamma') + c'' \sin(2x + \gamma'')$$

die dritte Gleichung aus den beiden ersten unmittelb gefunden. Es ist nämlich

$$c = a \qquad + b$$
$$c' \cos\gamma' = a' \cos\alpha' + b' \cos\beta'$$
$$c' \sin\gamma' = a' \sin\alpha' + b' \sin\beta'$$
$$c'' \cos\gamma'' = a'' \cos\alpha'' + b'' \cos\beta''$$
$$c'' \sin\gamma'' = a'' \sin\alpha'' + b'' \sin\beta''$$

also

Jahr $B^{(x)} = 336''',1696 + 0''',0138 \sin(x + \quad 22') + 0''',0526 \sin(2x - \ 8°10')$

Somm. $B^{(x)} = 336''',236 \ + 0''',0407 \sin(x + \ 3°11') + 0''',0201 \sin(2x - 46°12')$

Herbst $B^{(x)} = 334''',1059 + 0''',1433 \sin(x + \ 8°55') + 0'''0769 \sin(2x + 21°32')$

Wint. $B^{(x)} = 336''',3376 + 0''',0281 \sin(x + 201°31') + 0''',0787 \sin(2x - \ 1°15')$

Frühl. $B^{(x)} = 337''',89 \quad + 0''',1078 \sin(x + 101°51') + 0''',0639 \sin(2x - 30°29')$

Die hiernach berechneten Werthe sind in den fol-
en Tafeln enthalten:

Wasserdampf.

	Jahr.	Sommer.	Herbst.	Winter.	Frühling.
7	3''',579	5''',218	3''',796	2''',488	2''',893
8	3 ,739	5 ,438	3 ,940	2 ,499	3 ,003
9	3 ,814	5 ,654	4 ,102	2 ,527	3 ,119
10	3 ,963	5 ,852	4 ,262	2 ,568	3 ,227
11	4 ,048	6 ,018	4 ,400	2 ,613	3 ,315
ittag 12	4 ,132	6 ,139	4 ,498	2 ,654	3 ,376
1	4 ,180	6 ,209	4 ,548	2 ,682	3 ,403
2	4 ,188	6 ,223	4 ,546	2 ,689	3 ,397
3	4 ,154	6 ,181	4 ,499	2 ,675	3 ,361
4	4 ,087	6 ,087	4 ,418	2 ,641	3 ,303
5	3 ,994	5 ,947	4 ,317	2 ,595	3 ,230
6	3 ,888	5 ,771	4 ,214	2 ,548	3 ,152
7	3 ,781	5 ,571	4 ,116	2 ,507	3 ,073
8	3 ,632	5 ,359	4 ,029	2 ,481	2 ,997
9	3 ,592	5 ,150	3 ,954	2 ,473	2 ,927
10	3 ,520	4 ,956	3 ,887	2 ,481	2 ,853
11	3 ,462	4 ,790	3 ,823	2 ,500	2 ,804
12	3 ,419	4 ,665	3 ,759	2 ,522	2 ,752
1	3 ,388	4 ,588	3 ,696	2 ,540	2 ,709
2	3 ,370	4 ,566	3 ,640	2 ,248	2 ,680
3	3 ,368	4 ,600	3 ,601	2 ,543	2 ,670
4	3 ,384	4 ,691	3 ,589	2 ,528	2 ,685
5	3 ,424	4 ,831	3 ,616	2 ,508	2 ,728
6	3 ,489	4 ,960	3 ,685	2 ,493	2 ,798

Trockne Luft.

	Jahr.	Sommer.	Herbst.	Winter.	Frühling.
7	332''',583	330''',998	330''',313	333''',837	334''',987
8	332 ,416	330 ,777	330 ,297	333 ,859	334 ,797
9	332 ,390	330 ,563	330 ,127	333 ,856	334 ,769
10	332 ,275	330 ,368	329 ,996	333 ,823	334 ,660
11	332 ,159	330 ,204	329 ,866	333 ,766	334 ,558
tag 12	332 ,057	330 ,081	329 ,746	333 ,759	334 ,474
1	331 ,983	330 ,004	329 ,669	333 ,632	334 ,414
2	331 ,949	329 ,983	329 ,639	333 ,588	334 ,389
3	331 ,962	330 ,017	329 ,661	333 ,578	334 ,395
4	332 ,021	330 ,107	329 ,729	333 ,607	334 ,442

	Jahr.	Sommer.	Herbst.	Winter.	Frühling.
5	332''',120	330''',249	329''',826	333''',669	334''',524
6	332 ,245	330 ,433	329 ,977	333 ,690	334 ,634
7	332 ,381	330 ,648	330 ,036	333 ,839	334 ,753
8	332 ,593	330 ,881	330 ,058	333 ,911	334 ,976
9	332 ,626	331 ,112	330 ,173	333 ,954	335 ,028
10	332 ,712	331 ,325	330 ,203	333 ,961	335 ,141
11	332 ,768	331 ,504	330 ,212	333 ,934	335 ,230
12	332 ,797	331 ,634	330 ,224	333 ,946	335 ,290
1	332 ,803	331 ,707	330 ,236	333 ,825	335 ,319
2	332 ,793	331 ,718	330 ,259	333 ,775	335 ,321
3	332 ,772	331 ,666	330 ,292	333 ,745	335 ,291
4	332 ,743	331 ,558	330 ,326	333 ,742	335 ,240
5	332 ,704	331 ,402	330 ,349	333 ,764	335 ,170
6	332 ,652	331 ,211	330 ,306	333 ,738	335 ,085

Barometer.

	Jahr.	Sommer.	Herbst.	Winter.	Frühling.
7	336''',162	336''',216	334''',118	336''',326	337''',880
8	336 ,154	336 ,215	334 ,237	336 ,359	337 ,800
9	336 ,204	336 ,217	334 ,230	336 ,383	337 ,888
10	336 ,211	336 ,220	334 ,248	336 ,390	337 ,886
11	336 ,207	336 ,222	334 ,266	336 ,379	337 ,874
Mittag 12	336 ,189	336 ,220	334 ,244	336 ,413	337 ,849
1	336 ,163	336 ,214	334 ,217	336 ,313	337 ,817
2	336 ,137	336 ,206	334 ,184	336 ,277	337 ,786
3	336 ,117	336 ,198	334 ,160	336 ,253	337 ,756
4	336 ,108	336 ,194	334 ,146	336 ,248	337 ,745
5	336 ,114	336 ,196	334 ,143	336 ,265	337 ,754
6	336 ,134	336 ,205	334 ,191	336 ,238	337 ,786
7	336 ,162	336 ,220	334 ,153	336 ,346	337 ,826
8	336 ,224	336 ,240	334 ,088	336 ,392	337 ,973
9	336 ,218	336 ,262	334 ,127	336 ,427	337 ,955
10	336 ,231	336 ,281	334 ,089	336 ,442	337 ,994
11	336 ,230	336 ,293	334 ,035	336 ,434	338 ,033
12	336 ,215	336 ,299	333 ,982	336 ,468	338 ,042
1	336 ,191	336 ,296	333 ,928	336 ,365	338 ,028
2	336 ,163	336 ,283	333 ,899	336 ,322	338 ,001
3	336 ,140	336 ,267	333 ,892	336 ,288	337 ,961
4	336 ,127	336 ,249	333 ,915	336 ,270	337 ,925
5	336 ,128	336 ,232	333 ,965	336 ,272	337 ,908
6	336 ,141	336 ,171	333 ,990	336 ,232	337 ,883

Die Unterschiede der beobachteten und berechneten Werthe sind folgende:

Wasserdampf.

	Jahr.	Sommer.	Herbst.	Winter.	Frühling.
7	+0''',007	−0''',007	+0''',024	−0''',012	+0''',010
9	−0 ,014	+0 ,013	−0 ,031	+0 ,016	−0 ,023
11	+0 ,006	−0 ,006	−0 ,003	0	+0 ,016
ittag 12	−0 ,001	−0 ,009	+0 ,028	−0 ,015	+0 ,021
1	+0 ,003	−0 ,007	+0 ,033	−0 ,009	+0 ,002
3	+0 ,001	+0 ,011	−0 ,016	−0 ,005	−0 ,005
5	−0 ,003	−0 ,009	−0 ,018	+0 ,018	−0 ,013
7	−0 ,003	+0 ,009	+0 ,017	−0 ,004	+0 ,022
9	+0 ,010	−0 ,010	+0 ,002	−0 ,015	−0 ,012
11	−0 ,006	+0 ,005	−0 ,005	+0 ,012	+0 ,001

Trockne Luft.

	Jahr.	Sommer.	Herbst.	Winter.	Frühling.
7	−0''',010	+0''',015	−0''',020	+0''',021	−0''',011
9	+0 ,012	−0 ,015	+0 ,042	−0 ,018	+0 ,021
11	−0 ,019	+0 ,010	−0 ,015	−0 ,024	−0 ,019
ittag 12	−0 ,012	−0 ,001	−0 ,035	+0 ,072	−0 ,023
1	+0 ,002	+0 ,007	+0 ,034	+0 ,033	+0 ,002
3	+0 ,011	−0 ,005	+0 ,045	+0 ,017	+0 ,002
5	−0 ,004	+0 ,004	+0 ,010	−0 ,048	+0 ,018
7	−0 ,002	−0 ,018	−0 ,054	+0 ,008	−0 ,038
9	+0 ,013	+0 ,030	+0 ,041	+0 ,040	+0 ,021
11	−0 ,001	−0 ,016	−0 ,014	−0 ,029	−0 ,005

Barometer.

	Jahr.	Sommer.	Herbst.	Winter.	Frühling.
7	+0''',003	+0''',008	+0''',013	+0''',010	−0''',001
9	−0 ,002	−0 ,012	+0 ,012	−0 ,002	−0 ,001
11	+0 ,013	+0 ,004	−0 ,015	−0 ,024	−0 ,002
ittag 12	−0 ,013	−0 ,008	−0 ,015	+0 ,048	−0 ,003
1	+0 ,005	0	−0 ,001	+0 ,023	+0 ,004
3	+0 ,012	+0 ,006	+0 ,029	+0 ,012	−0 ,003
5	−0 ,007	−0 ,005	−0 ,008	−0 ,030	+0 ,005
7	−0 ,005	−0 ,009	−0 ,036	+0 ,003	−0 ,017
9	+0 ,022	+0 ,020	+0 ,044	+0 ,025	+0 ,009
11	−0 ,007	−0 ,012	−0 ,019	−0 ,007	−0 ,005

Betrachten wir zunächst die Erscheinung, da wo sie am entschiedensten hervortritt, nämlich im Sommer, so zeigt die unerhebliche Gröfse der Coëfficienten a'' b'' des zweiten Gliedes, dafs wir eine bedeutende Annäherung erhalten werden, wenn wir bei dem ersten stehen bleiben. Es wird denn

$$e^{(x)} = e + 0''',8296 \sin(x - 12^\circ\, 18')$$
$$p^{(x)} = p - 0''',8689 \sin(x - 11^\circ\, 35')$$

Die täglichen Veränderungen des Druckes der trocknen Luft sowohl, als die der Elasticität des Wasserdampfes, sind also nahe (bei dem Wasserdampf beträgt die gröfste Abweichung der nach dieser Formel berechneten von den beobachteten Werthen 0''',02, bei der trocknen Luft 0''',03) proportional dem Sinus des Stundenwinkels, von den Extremen an gerechnet. Diese Extreme fallen bis auf einen Unterschied von 3 Minuten Zeit zusammen, nämlich das Maximum des einen mit dem Minimum des andern. Weil aber mit steigender Wärme die Elasticität des Wasserdampfes nicht so stark zunimmt, als der Druck der trocknen Luft abnimmt (der Coëfficient a' ist etwas gröfser als b'), so fällt das Barometer mit steigender Wärme.

Da wir nun von der Elasticität des Wasserdampfes wissen, dafs ihre Steigerung durch keine andere physikalische Ursache bewirkt werden kann, als durch die mit der Temperatur zunehmende Verdampfung, die Verdünnung der trocknen Luft aber, wie unsere Beobachtungen zeigen, immer gleichzeitig mit der vermehrten Elasticität des Wasserdampfes zunimmt, so mufs diese nothwendig durch dieselbe Ursache bedingt werden als jene. Die täglichen Oscillationen des Barometers, welches beide Veränderungen zugleich angiebt, entstehen also durch die täglichen Veränderungen der Temperatur.

Jene vollkommene Symmetrie des Steigens und Fallens findet nun nur näherungsweise statt. Da selbst die Temperatur nicht in der einen Hälfte des Tages in dem-

ı Verhältnifs steigt, als sie in der andern fällt, da
ynamischen Ursachen einen, wenn auch geringen,
ıfs auf den Druck der Luft haben, so wird ein zwei-
lied nöthig, jene Modificationen auszudrücken. Doch
: diefs immer, verglichen mit dem ersten, klein, so
die Formel nur ein Maximum und Minimum giebt.
im Winter findet diefs bei unsern Beobachtungen
statt, was offenbar daher kommt, dafs die Ver-
fung mit dem Feuchtigkeits-Verhältnisse der Winde
ımenhängt, deren Unregelmäfsigkeit nicht durch ein-
e Beobachtungen ausgeglichen worden ist. Denn
Zunahme der Elasticität des Wasserdampfes in der
t, kann nur durch plötzliches Eintreten südlicher
le entstehen, wovon wir in nördlichen Gegenden
; Beispiele haben, welche aber bei längeren Beob-
ngen ihren störenden Einflufs verlieren würden.

Die 12stündige Periode der barometrischen Verän-
ıgen entsteht durch das gleichzeitige Stattfinden der
Veränderungen, deren jede eine 24stündige Periode
gt. Beziehen wir beide Curven die der Elasticität
Wasserdampfes und des Druckes der trocknen Luft
ne geradlinige Abscissenaxe, so erscheinen beide ein-
gekrümmt, nur kehren sie ihre convexen Scheitel
entgegengesetzten Seiten. Am Barometer aber be-
ıteten wir die Curve der Elasticität des Wasser-
fes, bezogen auf die Curve des Druckes der Luft,
ıbscissenlinie, und wir erhalten daher eine Curve,
ıe gegen eine geradlinige Abscissenlinie in der einen
e des Tages ihren convexen, in der andern ihren
ıven Scheitel zukehrt. z. B. im Jahr

Vasserdampf	Max.	4,188	2 U. Nachm.
	Min.	3,368	3 U. Morg.
	Osc.	0,820	
rockne Luft	Max.	332,803	1 U. Morg.
	Min.	331,949	2 U. Nachm.
	Osc.	0,854	

Barometer	1.	Max.	336,211	10 U. Morg.
	2.	Min.	336,194	4 U. Nachm.
		Osc.	0,017	
	2.	Max.	336,231	10 U. Ab.
	2.	Min.	336,127	4 U. Morg.
		Osc.	0,104	

Um das Gröfsenverhältnifs der einzelnen Veränderungen, und die Art ihrer Aufeinanderfolge anschaulicher zu machen, habe ich für den Sommer alle 3 Curven graphisch nach den früher berechneten Werthen dargestellt in Fig. 6. Taf. I *). Um die Abnahme der Veränderungen vom Sommer zum Winter zu, und das Verhältnifs der Jahreszeiten zum jährlichen Mittel sich deutlich zu machen, können alle 15 Curven graphisch unter einander gelegt werden. Doch würden die Menge Curven dem Verständnifs des einfachen Zusammenhanges der gleichzeitigen Erscheinung hinderlich gewesen seyn.

Die bisherigen Untersuchungen geben eine, wie mir scheint, ziemlich genügende Lösung eines Problems, welches die Physiker lange vergeblich beschäftigt hat. Denn obgleich die meisten darin einverstanden waren, dafs die täglichen Temperaturveränderungen der Grund der Erscheinung seyn möchte, so fehlte doch dieser Vermuthung fast alle empirische Bewährung. Denn es ist klar, dafs wenn die barometrischen Oscillationen eine directe Folge jener Veränderungen wären, nur ein einmaliges Steigen und Fallen statt finden könnte, dafs aufserdem die Erscheinung sich in der jährlichen Periode weit stärker ändern müfste, als es bekanntlich statt findet. Diese Aenderung der Gröfse der Oscillationen in den Jahreszeiten ist nun für die einzelnen Veränderungen sehr bedeutend, da sie aber, wie natürlieh, fast in demselben Maafse zunehmen, so bleibt der Unterschied nahe derselbe.

Fände irgendwo ein unverhältnifsmäfsiges Steigen der

*) Dem vorhergehenden Hefte beigegeben.

Elasticität des Wasserdampfes statt, so daſs beide Veränderungen einander gleich würden, so würden die täglichen barometrischen Veränderungen vollkommen verschwinden. Diese Bedingung scheint, bei der täglichen Abwechselung der Land- und Seewinde, bei dem Beginn und Ende des SW. Mousson gegeben zu seyn, und so würde sich denn die bisher unerklärte Erscheinung des Wegfallens der täglichen Veränderung in Indien, zu bestimmten Zeiten des Jahres, sehr natürlich ergeben. Da auſserdem die Maxima und Minima nur durch das ungleichmäſsige Zu- und Abnehmen zweier gleichzeitigen Veränderungen entstehen, so sieht man leicht ein, warum diese an verschiedenen Orten, wie Hällström gezeigt hat, zu ziemlich verschiedenen Zeiten sich zeigen*). Locale Bedingungen, welche das Verhältniſs der Feuchtigkeit modificiren, müssen, so gering sie sind, hier von Einfluſs seyn. Die Unterschiede der beiden Veränderungen werden nach dem Aequator zunehmen, weil es die barometrischen Veränderungen thun. Was aber das Umkehren der Periode auf höheren Bergen betrifft, so wird dieſs unter dem neuen hier geltend gemachten Gesichtspunkte von Neuem geprüft werden müssen. Ueberhaupt glaube ich die Nothwendigkeit einer gleichzeitigen Berücksichtigung der hygrometrischen Verhältnisse für alle Untersuchungen dieser Art wohl nicht erst anempfehlen zu dürfen.

Das unverkennbare Anschlieſsen der täglichen Aenderungen der magnetischen Abweichung an die täglichen Schwankungen des Barometers, macht es wahrscheinlich, daſs wir es auch hier mit zwei gleichzeitigen Veränderungen zu thun haben, deren Sonderung einer aufmerksamen Prüfung wohl nicht lange entgehen könnte.

*) Die absoluten Extreme erhält man für unsere Beobachtungen durch Differentiiren der oben gegebenen Gleichungen.

V. *Das Akribometer, ein neues Instrument zur Angabe kleiner Maafse;* *von C. Zincken.*

(Hiezu Fig. 7 und 8, Taf. I, des vorhergehenden Hefts.)

Die Nothwendigkeit, welche in der Technik so oft eintritt, kleine Dimensionen zu bestimmen, und die Schwierigkeit dergleichen durch Stangen- oder Taster-Zirkel ab zunehmen und auf einem Maafsstabe abzulesen, hat mich zur Construction des eben bezeichneten Instrumentes geführt, welche ich in der Hoffnung mittheile, dafs die Kenntnifs davon manchem Techniker nützlich seyn werde.

Die Idee der Vereinigung des Stangen-Zirkels mit einem Maafsstabe, liegt der Construction zum Grunde. Auf einem Lineale von Messing AB (Fig. 7.), welches der Länge nach geschlitzt ist (in C), ist eine vorstehende Regel im Punkte D durch eine Schraube so befestigt, dafs sie den beweglichen Radius eines Kreises bildet, in dessen Peripherie auf dem Bogen E verschiedene Maafse aufgetragen sind. Gegen diese Regel drückt eine Feder F, um sie so gegen den Schlitz C zu drücken, dafs die Kante γ der Regel, mit der Wand ε des Schlitzes, dann eine gerade Linie bildet, wenn die in dem Querschlitz β befindliche Schraube G losgeschroben ist, durch welche man die Regel auf einen beliebigen Punkt des Bogens E festschrauben kann, so dafs dann die Kante γ gegen die Wand ε in diagonaler Richtung steht. Auf der die andere Wand des Schlitzes C begränzenden Fläche ist ein hunderttheiliger Maafsstab aufgetheilt, und zwar in solcher Lage, dafs der Anfang dieses Maafsstabes (o) so zu liegen kommt, dafs wenn der Stangen-Zirkel dahin geschoben wird, dafs sich der Nullpunkt und der zum Ablesen an dem Stangen-Zirkel ähnlich wie ein Nonius

angebrachte Normalstrich decken, er völlig geschlossen ist, oder auf dem Berührungspunkte der convergirenden Linien γ und ε steht. Nun werden nach ganz richtigem Maafse auf den Bogen E, verschiedene Eintheilungen von pariser, preufsischem, englischem und dergl. Maafsen auf mit D concentrischen Bogen aufgetheilt. Um mit Leichtigkeit den Bogen E so stellen zu können, dafs das Maafs genau trifft, ist es erforderlich, dafs er beweglich und an dem Lineale so durch Schrauben befestigt sey, dafs er nach jeder Richtung etwas gerückt werden könne: so dafs wenn der Ablesestrich γ auf 100 steht, der Stangen-Zirkel sich genau bis auf die bezeichnete Maafsabtheilung öffnet.

Auf meinem Instrumente z. B. ist rheinländisches, englisches, alt- und neu-französisches Maafs, erstere in Zehnteln eines Zolles, letzteres in Centimetern, aufgetheilt. Auf der Regel ist ein kreisförmiges Loch I oben ausgeschnitten, so dafs man durch dasselbe einige Abtheilungen des Maafses auf E ablesen kann. Dieses Loch ist mit einem Glasscheibchen gedeckt, welches auf der untern Seite (zur Vermeidung der Parallaxe) mit einem Diamant genau in dem Diameter mit den Seitenflächen der Regel parallel geritzt ist, so dafs man ganz genau auf eine Abtheilung des Maafses hierdurch die Regel feststellen kann. Wenn nun die Regel z. B. auf $\frac{1}{10}$ Zoll rheinländisch gestellt und in G festgeschroben ist, so mufs, wenn der Ablesestrich des Stangen-Zirkels auf 100 geschoben wird, der Stangen-Zirkel sich auf genau $\frac{1}{10}$ Zoll rheinländisch geöffnet haben. Der Stangen-Zirkel bewegt sich im Schlitz C fleifsig auf und ab, und kann durch die Schraube K festgestellt werden. Es springt in die Augen, dafs der Stangen-Zirkel nun nach Maafsgabe seiner Bewegung im Schlitze C sich innerhalb der Gränzen von $\frac{1}{10}$ Zoll und 0 so weit öffnen müsse, wie die durch die Linie γ gebildete Diagonale es verstattet, dafs also

durch das Instrument $\frac{1}{10}$ Zoll in 100 Theile getheilt, also $\frac{1}{1000}$ Zoll gemessen werde.

Der Stangen-Zirkel besteht aus zwei Haupttheilen, die wir Schenkel nennen wollen. Der eine Schenkel, Fig. 8, 1, ist von Messing, hat zwei Kröpfe, *a* und *b*, womit er den Theil (η) des Lineals einschliefst und dadurch sich unveränderlich an demselben auf und nieder bewegen läfst. Am Ende dieses Schenkels ist, ähnlich wie bei gewöhnlichen Einsatzzirkeln, eine stählerne Spitze *c* mittelst einer Schraube befestigt. Beide Kröpfe *a* und *b* sind durchlöchert, so dafs der, einer Gabel ähnliche, zweite Schenkel 2 fleifsig dadurch geht; der zweite Kropf *b* enthält die Stellschraube *K* zum Fesstellen des Schenkels 2, dessen oberer Theil (*d*) hierdurch auf das Lineal (η) fest aufgedrückt wird, welches sich zwischen der Gabel des zweiten Schenkels befindet. Der zweite Schenkel *n* in Fig. 8 Taf. I ist von Stahl, enthält am Ende, der Zirkelspitze des ersten Schenkels gegenüber stehend, eine gleiche Spitze *f*, gegen die erstere ein wenig nach Art der Tastezirkel gekrümmt, und ist in zwei Theile geschlitzt, damit diese den Theil des Lineals η genau umschliefsen. Der obere Theil (*d*) drückt gegen die Regelkante γ, der untere Theil (*e*) steht etwa $\frac{5}{4}$ Zoll hinter dem Lineale vor, damit man mittelst desselben bequem diesen beweglichen zweiten Schenkel gegen die Regelkante drücken und den Zirkelspitzen *c* und *f* eine beliebige Oeffnung geben kann.

Will man nun z. B. die Dicke eines kleinen Körpers messen, so stellt man die Regel auf das gewählte Maafs, schiebt den Stangen-Zirkel auf 100, und nachdem man den zweiten Schenkel desselben so weit zurückgezogen, dafs der zu messende Körper bequem zwischen die Spitzen gebracht werden kann, schiebt man den zweiten Schenkel an den Körper an, und bewegt den Stangen-Zirkel so weit abwärts im Schlitze *c*, bis er sich *ohne* Gewalt nicht mehr schieben läfst, oder genau an der

er Regel anliegt. Dann kann man ohne Weiteres das
laafs des Körpers am Maafsstabe neben dem Ablese-
riche sehen.

Es bedarf wohl keiner Erwähnung, dafs man durch
'eränderung der Gestalt der einzusetzenden Zirkelspitzen
owohl Dicken als Oeffnungen messen, oder auch nach
efallen Maafse unmittelbar auftragen kann. Zur An-
abe der Dicke von Draht und Blech, so wie der Maafse
on Lehren und Kalibern bei verschiedenen technischen
rbeiten; zu Messung der Gröfse kleiner Krystalle und
nderer Gegenstände leistet dieses Werkzeug sehr gute
ienste. Es läfst sich sehr bequem und schnell damit
essen, und die Genauigkeit des Messens läfst nichts zu
ünschen übrig. Daher habe ich es Akribometer genannt.
h bediene mich meines Instrumentes nun ein Jahr mit
em gröfsten Nutzen. Es versteht sich übrigens wohl,
ifs man je gröfser die Körper sind, desto weniger ge-
u ihr Maafs ablesen könne, da die Eintheilung in 100
heile gleich bleibt, also von $\frac{1}{2}$ Zoll eben so gut nur
$\frac{1}{10}$ gemessen wird als von $\frac{1}{10}$ Zoll. Indessen kann man
rch Anbringung eines Nonius und andere Verbesserun-
n solchen Mängeln leicht abhelfen. Die genaueste An-
rtigung und Theilung des Instrumentes, wobei es be-
nders auf ganz gerade Seiten der Regel und winkel-
chte Arbeit ankömmt, ist übrigens erforderlich. Sehr
nkbar bin ich für die freundschaftliche und gütige Be-
rgung der Theilung und mechanischen Ausarbeitung mei-
s Instrumentes dem Hrn. Geheimen Regierungssecretair
r. Winkler in Magdeburg, welches derselbe auf sei-
r vortrefflichen Theilmaschine getheilt hat, deren Be-
nntmachung sehr zu wünschen wäre.

VI. *Wägung einiger Gase;*
von J. Buff.

Wiewohl eine genaue Kenntnifs des Gewichtes gasförmiger Stoffe gewöhnlich als das sicherste Mittel betrachtet wird, um zu bestimmten Aufschlüssen über ihre stöchiometrischen Verhältnisse zu gelangen, so ist doch dasselbe im Ganzen nur wenig benutzt worden; denn die Schwierigkeiten, womit man bei dieser Art Untersuchungen zu kämpfen hat, sind zu zahlreich, um nicht den Werth der gefundenen Resultate leicht zweifelhaft zu machen.

Erstlich bedarf man einer grofsen Menge Gas von vollkommenster Reinheit; aber gleich diese erste Aufgabe kann, selbst wenn man eine Quecksilberwanne zur Verfügung hat, kaum mit Sicherheit gelöst werden. Ferner mufs man eine sehr geräumige Glaskugel erst luftleer und dann mit dem Gase gefüllt abwiegen. Allein es ist eine ausgemachte Sache, dafs ein Gefäfs, luftleer, vermöge des äufseren atmosphärischen Drucks, ein geringeres Volum einnimmt, und folglich weniger Luft verdrängt, als wenn es mit Gas angefüllt ist; dafs mithin die aus beiden Zuständen gefundenen Gewichte nicht absolut mit einander vergleichbar sind. Zwar ist dieser Umstand ohne merklichen Einflufs, so lange es sich nur darum handelt, das specifische Gewicht eines gasförmigen Stoffes auszumitteln, jedoch in dem Ausdrucke für sein absolutes Gewicht wird dadurch offenbar ein leichter Irrthum veranlafst. Vergeblich würde man indefs suchen, denselben in Rechnung zu ziehen, da er ohne Zweifel sehr von der Dicke des Glases abhängig ist. — Hierzu kommt noch die Nothwendigkeit, den Inhalt der Glaskugel zu kennen. Mit welcher Schärfe aber der innere Raum eines Gefäfses von 5 bis 6 Liter gemessen werden kann, diefs läfst sich

icht beurtheilen, wenn man bedenkt, dafs man zu die-
:m Zwecke nur unter folgenden Mitteln die Wahl hat.
ntweder es wird mit lufftreiem und chemisch - reinem
Vasser angefüllt und abgewogen; wo aber ist eine Wage,
elche auf jeder Seite mit 5 bis 6 Kilogrm. belastet, den-
och bis zur Genauigkeit eines Milligrm. geht? Oder man
ıufs seinen Inhalt direct durch Quecksilber ausmessen,
nd dann wird durch das grofse Gewicht dieser Flüssig-
eit sein inneres Volum erweitert, wenn es überhaupt
'estigkeit genug besitzt, einen so starken Druck auszu-
alten. Biot und Arago versuchten statt des Queck-
lbers Wasser anzuwenden (Biot, *traité de Phys. T. I.*
. 387), allein sie sahen sich genöthigt, die hierdurch er-
altenen Resultate zu verwerfen, indem nicht zu vermei-
en war, dafs nicht kleine Mengen Wassers in den Mefs-
efäfsen hängen blieben, so oft man sie in die Glaskugel
usleerte. — Rechnet man zu den Differenzen, welche
us den angegebenen Ursachen entstehen können, die Feh-
:r, die bei dem Wägen, zumal geräumiger Gefäfse, fast
nvermeidlich sind; erwägt man eine zahllose Menge klei-
er Vorsichtsmaafsregeln, die nie versäumt werden dür-
:n; erinnert man sich endlich, mit welcher Sorgfalt Ba-
ometerstand, Temperatur der Luft wie des Glases, und
or allen der Feuchtigkeitszustand berücksichtigt werden
ıüssen; so wird erklärlich, warum verschiedene Beob-
chter öfters zu so sehr verschiedenen Resultaten gelangt
nd, und warum man den berechneten Gewichten gas-
ırmiger Körper gewöhnlich das gröfsere Zutrauen schenkt,
:att umgekehrt letztere durch erstere zu berichtigen.

Mehrere unter den erwähnten Schwierigkeiten habe
:h dadurch zu vermeiden gesucht, dafs ich ein Verfah-
:n wählte, welches gerade das umgekehrte von dem ge-
öhnlichen ist. Statt nämlich von einem gewissen Gas-
olum das Gewicht zu bestimmen, wurde blofs die Sub-
tanz gewogen, woraus sich dieses Gas erzeugen konnte,
odann dasselbe entwickelt und gemessen. Die Wägungs-

versuche waren auf diese Weise mit weniger Umständen verknüpft und geringerem Irrthume ausgesetzt, und um das Gas zu messen, durfte ich kleinere und folglich auch genauer graduirte Gefäſse anwenden.

Der Apparat, dessen ich mich bediente, ist einfach. (Man sehe Fig. 9 Taf. I des vorigen Heftes.) Er besteht aus einem Quecksilbergasometer mit graduirter Glasglocke, denjenigen ähnlich, die man zur Auffangung der Gase bei organischen Analysen gebraucht. Das Innere der Glocke steht durch eine gekrümmte Röhre mit einem Hahne in Verbindung, woran ein anderer Hahn, der den Gasentbindungsapparat verschlieſst, angeschraubt werden kann. Beide Hähne sind so leicht, als sie nur, unbeschadet ihrer Anwendbarkeit, gearbeitet werden konnten, und schlieſsen luftdicht. Der Quecksilber-Behälter ruht auf drei eisernen Schrauben. An der einen Seite desselben ist ein viereckiger Stab befestigt, welcher der Glocke zum Stützpunkte dient, und woran sich diese auf und nieder bewegen läſst. Letztere hat Raum genug, um $1\frac{1}{2}$ Lit. Gas fassen zu können. Sie ist von Collardeau mit möglichster Sorgfalt und in der Art graduirt, daſs jede Abtheilung 15 C. C. einnimmt. Die Theilstriche sind übrigens so weit von einander entfernt, daſs man 0,1 mit Leichtigkeit unterscheiden kann.

Den Gang der Operationen wird man am besten aus einigen Versuchen kennen lernen, welche ich jetzt näher beschreiben will und die in der Absicht, den Werth des Apparats zu prüfen, über das spec. Gewicht des Sauerstoffs angestellt wurden.

Eine kleine, sehr leichte Glasretorte wurde mit geschmolznem chlorsauren Kali in hinreichender Menge versehen, um mehrere Liter Gas zu entwickeln, sodann mit Siegellack luftdicht in dem Hahne befestigt, möglichst luftleer gemacht, gewogen und an die graduirte Glocke angeschraubt. In dieser befanden sich bei Beginn des Versuchs gerade 10 Abtheilungen Sauerstoff, den man

:hon im Voraus hineingeleitet und mit der äufseren Luft
'’s Gleichgewicht gesetzt hatte. Man erhitzte das chlor-
ıure Kali und öffnete die Hähne. Auf die kleine Luft-
ıenge, die sich zwischen den Hähnen befinden mochte,
vurde keine Rücksicht genommen, weil ihre Anwesen-
eit in der That ganz gleichgültig ist, und man im Grunde
ur darauf zu sehen hat, dafs vollkommen reines Gas aus
ler Retorte hervorströmt.

Nachdem etwa ein Liter Sauerstoff übergegangen war,
vurden beide Hähne wieder verschlossen, die Retorte ab-
eschraubt und auf die Wage gebracht. Der Gewichts-
erlust gab das Gewicht des entbundenen Sauerstoffs.

Mit derselben Retorte wurde gleich darauf ein zwei-
er Versuch angestellt. Es war diefsmal unnöthig, sie
uszupumpen, da sie nur Sauerstoff enthielt.

Vielleicht der einzige begründete Vorwurf, welcher
ieser Methode gemacht werden dürfte, ein Vorwurf übri-
ens, der die andern nicht weniger trifft, liegt in einiger
Unzuverlässigkeit der Temperatur - Bestimmung. Ist es
weckmäfsiger, die Temperatur des Quecksilbers oder die
er Luft, welche den Apparat umspült, oder ein Mittel
on beiden zu nehmen? Ich entschlofs mich zu erste-
em, weil das Gas, welches zweimal den Weg durch das
Quecksilber machen mufs, eben so wie die Glocke, welche
us demselben hervortaucht, anfänglich jedenfalls dessen
Temperatur besitzen, und bei der schlechten Leitfähigkeit
es Glases dieselbe während der Dauer eines Versuchs
vohl nicht merklich ändern; zumal da die Temperatur
es Quecksilbers meistens nur sehr wenig und niemals
ber einen Grad von der der Luft verschieden war.

Anfänglich glaubte ich auch auf die Temperatur des
ases, welches sich vor dem Versuche in der Glocke be-
nd, Rücksicht nehmen zu müssen, unterliefs es aber spä-
r, weil die Operation nicht viel länger als eine Stunde
auerte, und die Temperaturveränderungen während die-
r Zeit so unmerklich waren, dafs ein hierdurch ent-

stehender Irrthum jenseits der Gränze der Beobachtungsfehler fiel.

Aus vorerwähnten Versuchen wurden folgende Resultate erhalten:

1. Versuch. Der Gewichtsverlust der Retorte betrug 1,331, und die Menge des entwickelten Sauerstoffs 65,33 Abth., bei einem Luftdrucke von 27″ 7‴,8 und einer Temperatur von 11°,6; was bei 0° und 28″ einem Gasvolum von 927,30 C. C. entspricht.

2. Versuch. Gewichtsverlust = 1,272; Volum des Sauerstoffs = 62,225 Abth.; Luftdruck = 27″ 8‴,7; Temperatur = 10°,1; bei 0° und 28 = 890,46 C. C.

1000 C. C. wiegen nach dem ersten Versuche 1,435, und nach dem zweiten 1,430.

Die Ausdehnung des Glases wurde nicht in Rechnung gezogen.

Durch Anstellung dieser Versuche wurde ich auf eine sehr wesentliche Unvollkommenheit des Apparats aufmerksam gemacht; sie beruhte auf der Schwierigkeit, während der Beobachtung die graduirte Glasglocke vollkommen senkrecht zu erhalten, und liefs sich dadurch gänzlich heben, dafs man eine Wasserwage auf der Glocke anbrachte.

Mit dem so verbesserten Apparate unternahm ich noch eine Wägung des Sauerstoffs, und verfuhr dabei im Ganzen wie vorher. Nur wurde in den Hals der Retorte eine kleine Vorlage mit Chlorcalcium angeschmolzen, die sich bei den früheren Versuchen nicht befand. Vielleicht ist diefs eine überflüssige Vorsicht; indessen ich hatte mehrmals die Bemerkung gemacht, dafs man ohne grofsen Verlust an Sauerstoff kaum im Stande ist, den letzten Rest von Feuchtigkeit aus der Entbindungsretorte zu treiben. Um keine Spur von Stickstoff darin zurückzulassen, wurde sie ausgepumpt; nachdem trockner und reiner Sauerstoff eingetreten war, wieder ausgepumpt, nochmals mit reinem Sauerstoffe gefüllt und gewogen.

Die Menge des in diesem Versuche erhaltenen Gases

belief sich auf 77 Abth., bei einem Barometerstande von 331‴,2 und einer Temperatur von 16°,7. Den Gewichtsverlust fand man zu 1,536 Grm.

Da die Ausdehnung des Glases für einen jeden Grad der hunderttheiligen Scale $\frac{1}{38700}$ des Umfangs bei 0° beträgt, so verwandelt sich mit Berücksichtigung derselben das scheinbare Volum von 77 in das wirkliche von 77,032 Abth., welche bei 0° und 336‴ 1071,8737 C. C. ausmachen. Für 1000 C. C. erhält man hiernach das Gewicht von 1,43300; ein Resultat, welches zwischen dem Biot-Arago'schen und Berzelius-Dulong'schen die Mitte hält.

Eine so nahe Uebereinstimmung mit den besten bekannten Beobachtungen berechtigte mich, diese Art Untersuchungen auch auf andere Gase auszudehnen. In dem Vorliegenden finden sich einige Ergebnisse meiner Arbeit, die ich mir einstweilen mitzutheilen erlaube, indem Mangel eines passenden Locals mich längere Zeit an der Fortsetzung derselben hindern dürften.

Gewichtsbestimmung der schwefligen Säure.

Es wurden mehrere Versuche angestellt, um das Gewicht der schwefligen Säure auszumitteln. Obschon man dabei keine der erwähnten Vorsichtsmaafsregeln versäumte, so zeigte sich doch nur geringe Uebereinstimmung unter den erhaltenen Resultaten.

Zuerst wurde schweflige Säure durch Erhitzen von unterschwefelsaurem Baryt bereitet. Ich bediente mich einer ähnlichen Vorrichtung wie beim Sauerstoffe. Doch war die Vorlage mit Chlorcalcium gröfser und vermittelst eines Kautschuckröhrchens mit der Retorte verbunden.

1. Versuch. Der Gewichtsverlust der Retorte betrug 1,361; das Volum des erhaltenen Gases 34,05 bei einem Barometerstande von 330‴ und einer Temperatur von 17°,5 oder bei 0° und 336‴ = 470,565 C. C.

2. Versuch. Gewichtsverlust 2,318; Vol. des Gases

merkte ich bei einigen Operationen, namentlich bei No. 5, dafs Dämpfe mit übergerissen wurden, die sich auf dem Quecksilber absetzten, und ihm seinen Glanz benahmen. Allein die Menge derselben erschien zu gering, um als genügender Grund der bedeutenden Verluste gelten zu können.

Salzsäure.

Die Salzsäure, welche zu nachstehenden Versuchen diente, wurde bereitet, indem man geschmolznes Chlornatrium mit concentrirter Schwefelsäure behandelte. Ich benutzte dazu denselben kleinen Apparat, der schon bei den Versuchen 6 und 7 der schwefligen Säure beschrieben worden ist. Jetzt aber hatte die Schwefelsäure in der Vorlage (*b*) einen doppelten Zweck, einmal, indem man sie theilweise auf das Salz träufeln liefs, um dieses zu zersetzen, dann um übergehende Feuchtigkeit zurückzuhalten. Da aber auf diese Weise, während mehrerer Operationen ihre Quantität sich bedeutend vermindern mufste, und zuletzt nicht mehr genug übrig bleiben konnte, um alle Feuchtigkeit vollständig zu absorbiren, so wurde an die Vorlage (*b*) noch eine kleinere, mit Chlorcalcium gefüllte (*c*), angeschmolzen, und dadurch einem möglichen Irrthume vorgebeugt. Sechs Versuche, welche ich zur Gewichtsbestimmung des salzsauren Gases anstellte, gaben nahe übereinstimmende Resultate.

	Luft-druck.	Tempe-ratur.	Scheinbares Volum.	Wirkl., d.h. auf die Ausdeh. d. Glas. red.	Vol. bei 0° u. 336''' in C. C.	Ge-wicht.	Ge-wicht v. 1000 C. C.
			Abth.				
1.	330''',3	11°,4	51,6	51,6152	729,891	1,194	1,6357
2.	330 ,3	12	71	71,022	1002,160	1,639	1,6354
3.	329 ,4	11 ,4	79,4	79,423	1120,067	1,828	1,6320
4.	326 ,7	12 ,2	77,7	77,7245	1084,005	1,769	1,6319
5.	326 ,7	12 ,9	89,35	89,3797	1243,440	2,0345	1,6361
6.	328 ,1	12 ,95	83,95	83,976	1173,075	1,919	1,6358

Diese Werthe stimmen zwar unter sich nahe genug überein, allein ohne Ausnahme geben sie das Gewicht des salzsauren Gases etwas höher an als die Theorie. Es gelang mir nicht sogleich, die Ursache dieser Verschiedenheit zu entdecken, indessen fortgesetzte Beobachtungen überzeugten mich endlich, dafs sie wenigstens gröfstentheils einem constanten Fehler zuzuschreiben ist, der meine Arbeit trifft. Wurde nämlich salzsaures Gas über Quecksilber gesperrt, so fand man allemal nach Verlauf mehrerer Stunden, dafs bei gleicher Temperatur und gleichem Luftdrucke sein Volum sich vermindert hatte. Diese Verminderung war in gleichen Zeittheilen nicht immer gleich grofs, betrug aber im Mittel in 10 Stunden fast 12 C.C. — Als Grund derselben ist wohl hygrometrische Feuchtigkeit anzunehmen, welche dem Quecksilber so gut wie jedem andern Körper anhängt. Da nun vom Beginn des Versuchs bis zur Beobachtung des Gasvolums meistens gegen $1\frac{1}{2}$ Stunden erforderlich waren, und, wenn anders Feuchtigkeit die Ursache der Absorption war, gewifs anfangs das meiste verdichtet wurde, so kann der Gasverlust während der Dauer einer Operation leicht 2 C. C. betragen haben. Diefs mit in Rechnung gebracht, würde man als Mittel sämmtlicher Beobachtungen für das Gewicht von 1000 C. C. Salzsäure erhalten: 1,6313 Grm. Ein Resultat, welches von der Wahrheit gewifs sehr wenig abweicht. Die Theorie giebt 1,6305.

Kohlensäure.

Die Kohlensäure, deren Gewicht ich untersuchte, wurde theils aus chemisch-reinem und wasserfreiem kohlensauren Natron, theils aus doppelt kohlensaurem Kali bereitet. Derselbe Apparat, den ich schon bei der schwefligen und Salzsäure gebraucht hatte, diente auch zu diesen Versuchen. Es folgen hier die Ergebnisse von fünf Beobachtungen, welche, ungeachtet sie mit aller erdenklichen Sorgfalt *angestellt* wurden, von denjenigen nicht

unbedeutend verschieden sind, die man bisher als die richtigsten betrachtet hat.

Bei allen Versuchen wurde der Entbindungsapparat nie in luftfreiem Zustande gewogen, sondern mit reiner Kohlensäure angefüllt. Dasselbe Verfahren war auch bei der Salzsäure angewendet worden.

	Luftdruck.	Temper.	Volum d. Gases.	Berechnet auf 0° und 336‴ in C. C.	Gewicht.	Gewicht von 1000 C.C
1.	328‴	14°,4	75,4	1047,506	2,067	1,9733
2.	326	14 ,8	79,95	1102,376	2,177	1,9748
3.	332 ,4	14 ,2	78,7	1108,804	2,188	1,9733
4.	333	11 ,4	81,9	1167,616	2,304	1,9732
5.	332 ,1	11 ,7	41,6	589,660	1,163	1,9723
					Mittel	1,9734

Die Theorie giebt 1,9807; Berz. und Dul. fanden 1,9805; Biot und Arago 1,9741.

Nicht entzündlicher Phosphorwasserstoff.

Phosphorige Säure wurde in einer kleinen Retorte erhitzt, und das Gas, bevor es den Gasometer erreichte, mufste durch eine Vorlage streichen, die mit zerstückeltem Aetzkali gefüllt war. Aetzkali zog man defshalb dem Chlorcalcium vor, weil leicht Spuren von Salzsäure in der phosphorigen Säure zurückgeblieben seyn konnten.

Diese Vorrichtung war vor Beginn der Versuche mit reinem Phosphorwasserstoff angefüllt worden.

1. Versuch. Luftdruck 329‴,6; Temp. 13°,93; Gasvolum 58,5 Abth. oder bei 0° und 336‴ = 818,050 C. C. Gewichtsverlust = 1,238.

1000 C. C. wiegen demnach 1,5134.

2. Versuch. Luftdruck 336‴; Therm. 11°,75; Gasvolum 49,6; bei 0° und 336‴ = 712,602 C. C.; Gewichtsverlust 1,057; 1000 C. C. wiegen 1,483.

Von dem Gase des letzten Versuchs blieben 5 Procent in Kupfervitriol ungelöst und schienen Stickstoff zu

seyn. Diesen Umstand mit in Betracht gezogen, werden beide Resultate mehr übereinstimmend.

Gleichwohl verdienen sie kein großses Zutrauen, denn ich war gezwungen, die beiden letzten Beobachtungen in einem Locale vorzunehmen, dessen Temperatur häufigen und plötzlichen Abwechselungen unterworfen ist. Jedoch der wahre Werth für das Gewicht des Phosphorwasserstoffs konnte durch diese äufseren Einflüsse unmöglich so sehr entstellt werden, dafs die gefundenen Ausdrücke nicht als neuer Beweis gelten könnten, dafs der nicht entzündliche Phosphorwasserstoff aus einem Verhältnifstheil Phosphor und drei Wasserstoff zusammengesetzt ist. Sein Gewicht nach dieser Theorie berechnet ist 1,5388, dagegen nach der Annahme von einem Phosphor zu zwei Wasserstoff müfste es seyn = 2,2412.

Da über die Einwirkungsweise des Phosphorwasserstoffgases auf Metalllösungen noch nicht alle Zweifel gehoben sind, so benutzte ich das von den Wägungsversuchen übrig gebliebene Gas, um jenes Verhalten einer neuen Prüfung zu unterwerfen. Kupfervitriol löst das Phosphorwasserstoffgas nicht ganz leicht, aber durch Schütteln damit vollständig auf. Die Auflösung ist anfangs nur schwach getrübt, und erst nach einiger Zeit bildet sich ein schwarzer flockiger Niederschlag, der leicht zu Boden sinkt, jedoch nicht im mindesten metallisches Ansehen besitzt.

Um so mehr war ich verwundert, einige Zeit nachher deutlich ausgebildete, rothe, metallisch-glänzende Krystalle zwischen den schwarzen Flocken zu bemerken, die durch Schlemmen abgesondert, sich ganz wie metallisches Kupfer verhielten.

Die schwarze Masse von dem Kupfer abgeschlemmt und wiederholt ausgewaschen, war in verdünnter Schwefelsäure und Salzsäure selbst in der Hitze unauflöslich.

In concentrirter Schwefelsäure löste sie sich vollständig und unter Entbindung von schwefliger Säure auf.

Sehr ausgezeichnete Krystalle habe ich indessen nicht erhalten.

1) Analyse des Manganchlorürs.

I.

Das krystallisirte Manganchlorür ist von John einer Analyse unterworfen worden. Er fand darin Manganoxydul 38,50, Salzsäure 20,04, Wasser 41,46.

John Davy bestimmt die Zusammensetzung des Chlorürs zu 46 Mangan und 54 Chlor. Arfvedson fand darin 44,25 Mangan und 55,75 Chlor. Turner bestimmt die Zusammensetzung zu 43,88 Mangan und 56,12 Chlor.

Ich habe das krystallisirte Salz folgender Analyse unterworfen

1) 50 Gran krystallisirten Manganchlorürs wurden in einem bedeckten Porcellantiegelchen geglühet. Der Verlust betrug 20 Gran. Das Salz war am Boden nelkenbraun geworden.

Derselbe Versuch wurde wiederholt. Beim Erhitzen knistert das Salz sehr stark, das Wasser entweicht mit zischendem Geräusch, und die aufsteigenden Dämpfe wirken auf Lackmuspapier. Als das Zischen aufhörte, betrug der Gewichtsverlust 18 Gran. Der Rückstand war weifs und kaum merklich in's Röthliche, er gab ein fast rein weifses Pulver. Beim ferneren Erhitzen entstand noch ein Verlust von 1,9 Gran. Das Salz war am Boden jetzt aber chocoladenfarben gefärbt und gab zerrieben ein pfirsichblüthrothes Pulver. 20 Gran des Chlorürs wurden in einem Retörtchen erhitzt, dessen Hals zu einer feinen Spitze ausgezogen war. Der Gewichtsverlust betrug nach Erkalten des geschmolzenen Chlorürs 37,88 Procent; auch jetzt war dasselbe etwas in's Bräunliche gefärbt.

2) 100 Gran des krystallisirten Manganchlorürs wurden in Wasser aufgelöst mit salpetersaurem Silber

ersetzt; im Mittel aus zwei Versuchen wurden 140,5 Gran Chlorsilber enthalten. Diese sind ein Aequivalent von 34,6838 Gran Chlor.

3) 100 Gran der krystallisirten Verbindung wurden mit einer Auflösung von kohlensaurem Kali gefällt. Der entstandene Niederschlag von kohlensaurem Manganoxydul betrug getrocknet 57 Gran. Derselbe wurde geglühet, bis das Gewicht des Rückstandes constant blieb. Der Verlust betrug jetzt 18,4 Gran. Es waren mithin 38,6 Gran Manganoxydul-Oxyd erhalten worden. Da in diesem Oxyde, nach Berzelius, 72,74 Proc. Metall enthalten sind, so entsprechen jene gefundenen 38,6 Gran Oxydul-Oxyd 28,0776 Gran Metall.

Da beim Erhitzen des krystallisirten Chlorürs, neben dem Wasserverlust, auch eine geringe Menge desselben zersetzt wird, so halte ich es für angemessener, den Wassergehalt aus dem Reste zu berechnen, welcher übrig bleibt von der zur Analyse gebrauchten Salzmenge, nach Abzug der in 2 und 3 gefundenen Quantitäten von Chlor und Mangan. Das krystallisirte Manganchlorür enthält demnach

Mangan	28,0776
Chlor	34,6838
Wasser	37,2386
	100.

Aus den Versuchen in 1 über den Wassergehalt dieses Chlorürs läfst sich schliefsen, dafs wenn dasselbe so lange erhitzt worden, bis es durchaus kein knisterndes Geräusch mehr zu erkennen giebt, dasselbe seinen Wassergehalt fast völlig verloren hat. In einem Versuch dieser Art erhielt ich 136 Procent Wasser. Wenn es darnach aber noch stärker erhitzt wird, so wird leicht ein Theil des Salzes zersetzt.

Was die Zusammensetzung dieses Chlorürs im was-

serleeren Zustande betrifft, so würde dieselbe nach dieser Analyse seyn:

Mangan	44,7371
Chlor	55,2629
	100.

Angenommen zu $Mn\,Cl^2$, und dessen Zahl nach den neuesten Bestimmungen von Berzelius zu 798,437 *), würde das theoretische Resultat ergeben:

1 At. Mangan	355,787	44,573
2 - Chlor	442,650	55,427
	798,437	100.

Das Resultat der Untersuchung stimmt also sehr genau mit dem der Theorie überein, und es folgt daraus auch die Richtigkeit der Bestimmung des Wassergehaltes nach der vorstehenden Analyse. Nach dieser würden wir für das Atomengewicht des Mangans die Zahl 356,761 erhalten, was nahe mit der von Berzelius festgestellten Zahl übereinstimmt, während wir für diese Atomenzahl 344,626 erhalten, wenn die von Turner angeführten Data der Rechnung zu Grunde gelegt werden, welches um ein Merkliches abweicht von den beiden vorbenannten Zahlen.

II.

Ich habe die Analyse des Manganchlorürs mit dieser Verbindung wiederholt, die entstanden war aus der Einwirkung condensirter Salzsäure auf Mangansuperoxyd in einer zugeschmolzenen festen Röhre zur Darstellung des bis zum Tropfbaren verdichteten Chlorgases.

Dieses Chlorür hatte sich nach der Form der Röhre gebildet, eine rundliche, feste, bröckliche Masse, von schweflig-gelblich weifser Farbe, ohne allen Stich in's Röthliche. Wegen der eigenthümlichen Bildungsweise desselben, hielt ich es für angemessen, eine Analyse damit vorzunehmen.

*) *Die neueste giebt* $Mn\,Cl^2 = 788{,}55$. *P.*

a) 17 Gran dieses Chlorürs, in Wasser aufgelöst, it kohlensaurem Alkali zersetzt, gaben einen Niederhlag, der nach Auswaschen und Trocknen 11,6 Gran, id nach Glühen 6,5 Gran wog. Dieses letzte Product, anganoxydul-Oxyd, würde 38,24 Procent anzeigen, welie 27,8158 Procent Manganmetall entsprechen.

b) Die Auflösung aus a) wurde mit Salpetersäure ɔersättigt und mit salpetersaurem Silber gefällt. Es wur-:n erhalten 23,85 Gran Chlorsilber = 140,13 Procent : 34,5120 Chlor.

Das Fehlende als Wasser betrachtet, erhalten wir er:

Mangan	27,8158
Chlor	34,5120
Wasser	37,6722

Im wasserleeren Zustande giebt dieses:

Mangan	44,628
Chlor	55,372

Dieses Resultat eines Versuchs, der mit der mög-:hsten Genauigkeit angestellt wurde, und wobei ein Salz ıgewendet worden war, das durch seine Farbe alle Abesenheit von Oxydul-Oxyd zu erkennen gab, stimmt ın sehr scharf mit dem oben berechneten theoretischen esultate nach Berzelius überein.

Das Atomengewicht des Mangans würde nämlich nach m Verhältnifs des Chlors zum Mangan nach der vor-:henden Analyse seyn = 356,450, was noch mehr von r von Turner angegebenen Zahl abweicht, und sich ıch mehr der von Berzelius gegebenen nähert *), als r bei der ersten Analyse fanden.

Was den Wassergehalt des krystallisirten Manganlorürs betrifft, so ist dieser nach der ersten Analyse ,2386, nach der zweiten 37,6722, nach dem Mittel aus

*) D. h. der nach Arfvedson angenommenen; die neuere, von Berzelius selbst bestimmte Zahl ist: Mn = 345,9. P.

beiden 37,4554 Procent. Das Chlorür mit Krystallwasser besteht demnach aus

Manganchlorür	62,5445	100,000
Wasser	37,4554	59,885
	100	159,885.

Nach diesen Resultaten dürfte das Manganchlorür im krystallisirten Zustande vier Atome Wasser enthalten. Es würden alsdann folgende Manganverhältnisse sich ergeben:

1 At. Manganchlorür	798,437	63,654
4 - Wasser	449,920	36,346
	1238,357	100.

Dieses Resultat stimmt sehr gut mit der Analyse zusammen, besonders mit dem Versuche in 1, wo 50 Gran des Salzes, so lange erhitzt, bis kein knisterndes Geräusch sich mehr bemerken liefs, 18 Gran Verlust erlitten, welches 36 Procent Wasser anzeigen würde.

Um zu versuchen, ob dieses Salz, wenn es in niedrigen Temperaturen zum Krystallisiren gebracht wird, einen noch gröfseren Wassergehalt aufnehmen kann, wurde eine sehr concentrirte Auflösung bei einer mittleren Temperatur von 0° R. angestellt. Von den erhaltenen Krystallen wurden 46 Gran, zwischen Fliefspapier noch getrocknet, in einem bedeckten Porcellantiegelchen geglühet. Der Verlust betrug 17 Gran. Dieses würde 37 Proc. Wasser geben. Bei jenen Temperaturen entsteht demnach keine höhere Hydratstufe des Manganchlorürs.

2) Verhalten des Manganchlorürs in der Wärme.

1) Ein Theil des Salzes wurde für sich erhitzt. Bei 25° R. entstand ein starkes Zischen. Bei 30° eine zähe, bei 40° eine dickflüssige Masse, die bei 50° und 60° stets dünnflüssiger wurde; bei 70° wurde sie ganz *dünnflüssig* und kam nun rasch in's Kochen; die Tem-

peratur stieg bis auf 85° R. Beim Erkalten wurde sie bei 70° R. wieder dickflüssig, ohne Zweifel wegen Verlust eines Theils Wasser; bei 60° war sie schon ganz dickflüssig, bei 50° bildete sie eine weiche, breiartige, krystallinische Masse; diese Beschaffenheit behielt sie noch bei 30°. Bei 20° war sie wieder fest und hart geworden.

2) 50 Gran des krystallisirten Chlorürs wurden in einer Platinschale in eine mäfsige Wärme gestellt von 20° bis 25° R. Nach einer Stunde hatte das Salz 0,8 Gran abgenommen. Es war jetzt weifslich, fühlte sich völlig trocken an und hart, da es vorher ein wenig feucht sich anfühlte, obwohl es das Papier nicht näfste. Ich glaube aus diesem Resultate schliefsen zu können, dafs der etwas gröfsere Verlust, welcher bei den Analysen in 1 erhalten und als Wasser betrachtet wurde, nicht allein von der Zersetzung einer kleinen Menge Chlorür herrührt, sondern auch, und wohl gröfstentheils, von noch eingeschlossenem, nicht chemisch gebundenem Wasser, welches bei einem so hygroskopischen Körper, wie dieses Chlorür, wohl der Fall seyn kann. Dieses Resultat bestätigt daher theils die Richtigkeit der oben schon erwiesenen Annahme, dafs das krystallisirte Manganchlorür genau vier Atome Wasser enthält, theils geht daraus auch hervor, dafs die Anziehung des Chlorürs zum Wasser in obigen Temperaturen noch so grofs ist, dafs dieselbe durch jene Wärmeeinwirkung nicht merklich geschwächt wird.

3) 50 Gran des Salzes wurden einer höheren Temperatur im Wasserdampfbade ausgesetzt, die aber nicht den Siedepunkt des Wassers erreichte. Es zerfiel nach und nach zu einem weifslichten Pulver, wurde pfirsichblüthroth, an einzelnen Stellen war es weich und flüssig geworden. Nach 12 Stunden betrug die Gewichtsabnahme 12 Gran. In derselben Temperatur fand ein fernerer Verlust hierauf nur nach längeren Zeiträumen statt, im Ganzen betrug dieser endlich 14 Gran, und vermehrte

sich in dieser Temperatur nicht weiter. Es scheint demnach, dafs das krystallisirte Chlorür in den bemerkten Verhältnissen seinen Wassergehalt gröfstentheils verliert, und zwar bis zu 3 Atomen, die sich verflüchtigen, während eine Hydratstufe zurückbleibt, die nun bei den bemerkten Temperaturverhältnissen nicht weiter sich verändert. Diese Verbindung mufs demnach noch 1 Atom Wasser enthalten. Sie ist folglich

1 At. Manganchlorür	798,437	100,00	88,66
1 - Wasser	112,480	14,08	12,34
	917		100.

Nach dem obigen Versuche erhielten wir:

Manganchlorür	100,00	88,34
Wasser	13,21	11,66
		100.

Ich glaube, dafs obige Annahme durch den Versuch hinreichend gerechtfertigt wird, besonders wenn man erwägt, die sehr hygroskopische Beschaffenheit des Salzes, und dafs bei vorstehender Berechnung nicht das Resultat des Wassergehaltes, welches die Analyse gab, und der, wie bereits in 2 bemerkt, stets etwas gröfser ausfällt, sondern der nach der Theorie berechnete zu Grunde gelegt wurde. Bei Wiederholung desselben Versuchs mit frischem Salze erhielt ich von 50 Gran Salz einen Verlust von 15 Gran, ehe unter den angeführten Verhältnissen keine weitere Gawichtsabnahme mehr erfolgte.

4) Etwas der Verbindung mit 1 Atom Wasser aus 3, wurde in einer Glasröhre erhitzt. Kaum war diese dunkelrothglühend, als das Chlorür wie Oel flofs. Es verbreitete sich ein schwacher Geruch nach Chlor, im Innern des Röhrchens legte sich ein dünner, feiner, weifser Hauch an einzelnen Stellen an, und einzelne glänzend krystallinische Pünktchen. Beim Erkalten war das Chlorür zu einer Masse erstarrt, die ein blättrig krystal-

linisches Gefüge besafs, und in dünnen Blättchen theils weifs erschien, theils ins Röthliche mit einzelnen bräunlichen Stellen untermischt. Das geschmolzene Chlorür hat daher nicht eine so dunkle Farbe, wie gewönlich angegeben wird. In der That gab es auch mit Wasser jetzt eine vollkommen farblose Auflösung, die keinen Stich ins Röthliche zeigte, und nur eine schwache Spur Oxydul-Oxyd blieb ungelöst zurück.

3) Verhalten an der Luft.

50 Gran des krystallisirten Salzes wurden in einer flachen Schale der Einwirkung der Luft blofs gestellt. Einzeln liegende Körnchen waren nach einigen Stunden vollkommen zerflossen; die ganze Salzmasse aber erst nach einigen Tagen. Sie bildete jetzt eine völlige, in's Röthliche gefärbte Auflösung. Das Salz hatte 60 Gran an Wasser angezogen; 100 Gran des krystallisirten Chlorürs, folglich 120 Gran, oder 63,6 Gran wasserleerer Chlorür, 156,3 Gran Wasser in diesem Sättigungszustande aufgenommen. Das Barometer stand während dieser Zeit im Mittel auf 27″ 11‴, die Temperatur + 5° R.

4) Verhalten gegen Wasser.

1) Ein Theil des krystallisirten Chlorürs wurde mit Wasser übergossen. Das Ganze blieb mehrere Tage unter häufigem Umschütteln stehen. Es hatte sich nicht Alles aufgelöst. Die Auflösung besafs 8° R. Temperatur. 60 Gran derselben wurden verdunstet und hinterliefsen endlich 23 Gran wasserleeres Chlorür. 100 dieser Auflösung enthalten folglich 38,3 Gran wasserleeres Chlorür; mithin bei 8° R.

krystallis. Chlorür	60,2	1,00	1,51
Wasser	39,8	0,66	1,00
	100	1,66	2,51.

2) Eine in der Siedhitze concentrirte Auflösung

wurde dem Erkalten überlassen, bis sie anfing zu krystallisiren. Dieses trat bei 25° R. ein. Ich gofs nun schnell einen Theil dieser Auflösung in einen zuvor tarirten Platintiegel. Die Auflösung wog 39 Gran und hinterliefs nach Entfernung des Wassers 18 Gran wasserleeres Chlorür. 100 dieser Auflösung enthielten folglich 46,16 wasserleeres Chlorür. Bei 25° R. finden daher folgende Lösungsverhältnisse statt:

krystallis. Chlorür	72,6	1,00	2,65
Wasser	27,4	0,37	1,00
	100	1,37	3,65.

3) 20 Gran einer Auflösung, die bis zu 50° R. erkaltet war, hinterliefsen 11 Gran wasserleeres Chlorür; 100 Gran dieser Auflösung enthalten folglich 55 Gran desselben, oder bei 50° R.

krystallis. Chlorür	86,5	1,00	6,41
Wasser	13,5	0,16	1,00
	100	1,16	7,41.

4) Es wurden 40 Gran einer Auflösung, die bei 70° R. Krystalle ausschied, verdunstet und der Rückstand zur Entfernung des Wassers geglühet. Es blieben 22 Gran wasserleeres Chlorür zurück. In der Auflösung von 70° R. finden sich folglich 55 Gran wasserleeres Chlorür. Bei 70° R. finden demnach dieselben Lösungsverhältnisse statt wie bei 50° R.

5) Eine in der Kälte bereitete concentrirte Auflösung des Chlorürs nahm bei 40° R. eine noch ansehnliche Menge des Salzes auf. Unter stetem Zusatz von Chlorür, bis ein Theil ungelöst sich zeigte, stieg der Siedepunkt dieser Auflösung bis zu 85° R. Von 47 Gran dieser Auflösung wurden erhalten 26 Gran wasserleeres Chlorür, in 100 folglich 55,3 Gran. Hiernach besteht die Auflösung bei 85° R. aus

krystallis. Chlorür	86,9	1,00	6,56
Wasser	13,1	0,15	1,00
	100	1,15	7,56.

Die Lösungskraft des Wassers für das krystallisirte Manganchlorür nimmt von 8° R. bis zu 50° R. sehr zu, von da an steigt sie nur unbedeutend, oder nimmt vielmehr gar nicht mehr zu, ja in sofern man noch frisches krystallisirtes Salz zusetzt und dieses einen Wassergehalt zuführt, worin ein Theil Salz wieder flüssig wird, nimmt das Verhältnifs des aufgelösten Chlorürs selbst wieder ab. So erhielt ich in einem derartigen Versuch in 100 einer Auflösung von 85° R. nur 49 Procent wasserleeres Chlorür. In den höheren Temperaturen erfordert es eine sehr unbedeutende Menge Wasser zur Auflösung; aber doch etwas, denn obwohl es bei 50° R. und darüber dünnflüssig in seinem blofsen Krystallwasser fliefst und sich darin schon auflöst, so scheint das Krystallwasser zu einer völligen Auflösung bei anderen Temperaturen nicht auszureichen, weil diese Flüssigkeiten nicht völlig durchsichtig werden. Die Versuche, die Auflöslichkeit so leichtlöslicher Salze bei hohen Temperaturen zu bestimmen, führen eine grofse Reihe von Schwierigkeiten mit sich, die sich kaum alle überwinden lassen. Ohne Erkältungen, Ausscheidungen u. s. w. herbeizuführen, lassen sich diese heifsen Auflösungen kaum aus dem Glase, worin der Versuch angestellt wird, entfernen; an Filtriren so concentrirter Flüssigkeiten ist nicht wohl zu denken. Man mufs sich fast stets mit vorsichtigem Abgiefsen des oberen klaren Theils der Auflösung begnügen, während man das Gefäfs während des Ausgiefsens möglichst in der erforderlichen Temperatur erhält. In diesem Falle kömmt aber leicht etwas unaufgelöstes Salz mit in die Auflösung. Die bei den Versuchen durch diesen Umstand eintretenden Fehler werden daher in der Regel das Verhältnifs des Salzes zum Wasser eher etwas

größser angeben, als dieses in der Natur wirklich der Fall ist, als kleiner. Aus diesem Grunde glaube ich daher annehmen zu können, daſs die Lösungsverhältnisse des Manganchlorürs jenseit 50° R. nicht mehr merklich zunehmen, vielleicht selbst um etwas abnehmen, weil die vorstehenden Bestimmungen bei 70 und 80° R. Verhältnisse dieser Art noch ergeben, ohnerachtet sie nicht ganz frei seyn konnten von dem eben bemerkten Fehler.

5) Verhalten gegen Aether.

Es wurde ein Theil zerkleinertes krystallisirtes Manganchlorür mit absolutem Aether übergossen und mehre Tage unter abwechselndem Umschütteln damit in Berührung gelassen. Das Chlorür schien sich nicht vermindert zu haben, und als ich einen Theil des Aethers nach jener Zeit in einem Uhrgläschen verdunsten lieſs, blieb auch kein Rückstand. Das krystallisirte Manganchlorür löst sich demnach in absolutem Aether nicht auf. Auch rücksichtlich seines Wassergehaltes erleidet es keine Veränderung, denn nach der Behandlung mit Aether gab es durch Glühen einen Gewichtsverlust von 38,5 Procent.

6) Verhalten gegen Alkohol.

1) Wenn Manganchlorür, welches einen auch nur kaum merklichen Stich in's Röthliche besitzt, mit Alkohol gekocht wird, so färbt dieser sich schön grün, und behält auch diese Farbe nach dem Erkalten, während sich das Chlorür in schneeweiſsen Krystallen nach und nach abscheidet.

2) Um zu prüfen, ob ein solches aus der heiſsen Alkoholauflösung durch Erkalten ausgeschiedenes Chlorür in seinem Wassergehalte eine Veränderung erlitten habe, trocknete ich einen Theil dieser Krystalle auf Druckpapier und glühete 34 Gran derselben in einem bedeckten Porcellantiegelchen; anfangs entwickelte sich eine geringe *Menge* Alkoholdunst, von noch anhängendem Alkohol

herrührend; der ganze Gewichtsverlust betrug 13,5 Gran, welches 39,7 Procent giebt. Man kann demnach schliefsen, dafs unter den bemerkten Umständen die Relation des Chlorürs zum Wasser durch den Alkohol nicht geändert wird. Der etwas gröfsere Verlust in diesem Versuche ist wahrscheinlich durch etwas noch bei dem Chlorür befindlich gewesenen Alkohol bewirkt worden.

3) a. Zur Bestimmung der Auflöslichkeitsverhältnisse dieses Salzes in Alkohol von 75 Procent, blieb ein Theil krystallisirtes Chlorür mehre Tage mit Alkohol in Berührung, unter häufigem Umschütteln. Die Flüssigkeit hatte eine dickflüssige, fast syrupsartige Consistenz angenommen. Die Auflösung zeigte 8° R. Temper. 65 Gran derselben lieferten 15 Gran wasserleeres Chlorür, in 100 demnach 23,1 Gran. Hiernach ergeben sich für Alkohol von 75 Procent folgende Auflösungsverhältnisse bei einer Temperatur von 8° R.:

krystallis. Chlorür	36,3	1,00	0,53
Alkohol von 75 Proc.	63,7	1,75	1,00
	100	2,75	1,53.

b. Alkohol von 75 Procent wurde mit Chlorür-Ueberschufs bis zum Sieden erhitzt und dann dem Erkalten überlassen. Als die Auflösung 20° R. Temper. besafs, wurden 36 Gran derselben verdunstet. Es resultirten nach Erhitzen des Rückstandes 14 Gr. wasserleeres Chlorür, in 100 Auflösung folglich 36,1 Gran. Demnach finden wir:

krystallis. Chlorür	57,7	1,00	1,32
Alkohol von 75 Proc.	42,3	0,75	1,00
	100	1,75	2,32.

c. 40 Gran einer Auflösung, die bei 35° R. gesättigt war, gaben 15 Gran wasserleeres Chlorür oder 37,5 Procent. Folglich:

krystallis. Chlorür	59	1,00	1,44
Alkohol von 75 Proc.	41	0,69	1,00
	100	1,69	2,44.

d. Eine Parthie Salz und Alkohol von obiger Stärke wurden erhitzt. Der Siedepunkt stieg auf 70° R. Von der bei dieser Temperatur gesättigten Auflösung gaben 87 Gran 28 Gran wasserleeres Chlorür, folglich 32,2 Procent. Hiernach ergeben sich:

krystallis. Chlorür	50,6	1,00	1,001
Alkohol von 75 Proc.	49,4	0,97	1,000
	100	1,97	20 0

4) a. Um das Verhalten des wasserleeren Chlorürs gegen absoluten Alkohol zu prüfen, wurde ein Theil wasserleeres Chlorür mit absolutem Alkohol mehre Tage lang, unter öfterm Umschütteln, in Berührung gelassen. 21 Gran dieser concentrirten Auflösung bei 9° R. gaben 7 Gran trocknes Chlorür. Mithin

trocknes Chlorür	33,3	1	0,5
absol. Alkohol	66,7	2	1,0
	100	3	1,5.

b. 24 Gran einer bei 30° R. concentrirten Auflösung gaben 8 Gran wasserleeres Chlorür. Wir haben dadurch folgende Verhältnisse:

trocknes Chlorür	33,3	1	0,5
absol. Alkohol	66,7	2	1,0
	100	3	1,5.

c. 23 Gran einer Auflösung, die mit wasserleerem Chlorür überführt und absolutem Alkohol durch Erhitzen bereitet worden war, wobei der Siedepunkt 61° R. erreichte, lieferten 8,5 Gran Chlorür. Folglich:

trocknes Chlorür	36,2	1,0	0,58
absolut. Alkohol	62,8	1,7	1,00
	100	2,7	1,58.

d. In einer heifs bereiteten Auflösung beginnt beim Erkalten nach einiger Zeit eine schöne Krystallisation weifser prismatischer Krystalle, deren Menge nach 8 bis 14 Tagen merklich zugenommen hat, ohnerachtet der geringen Differenzen, welche der absolute Alkohol in seiner Auflösungskraft gegen das wasserleere Chlorür bei verschiedenen Temperaturen zeigt. Durch diese und ähnliche Verhältnisse wird die überstehende Auflösung mit der Zeit schwächer, indem die bereits ausgeschiedenen Krystallpartikeln die entsprechenden gleichartigen Partikeln aus der Auflösung anziehen. Die Krystallausscheidung erfolgt daher in diesen Fällen nicht sowohl in Folge der Temperatur-Differenzen, durch Erkältung, als vielmehr in Folge der Zeit wirkender Anziehungen. Eine auf diese Weise durch spontane Krystallausscheidung geschwächte Auflösung gab bei 8° R. in einem Versuche nur 21 Procent trocknes Chlorür zu erkennen.

Aus den vorstehenden Versuchen ergiebt sich offenbar, dafs die Auflösungsverhältnisse des wasserleeren Chlorürs gegen wasserleeren Alkohol nicht merklich verändert werden durch die Temperaturverhältnisse, indem die Auflösungen von 9° und 130° R. dieselben Verhältnisse darbieten, und bei der Siedetemperatur die Lösekraft des Alkohols gegen das Chlorür nicht erhöhet, sondern eher um ein Geringes vermindert wird. Das wasserleere Chlorür erscheint demnach in Bezug auf die Temperaturen gegen absolutes Alkohol fast isolubel. Durch die Gegenwart des Wassers werden diese Verhältnisse des Chlorürs zum Alkohol in der Art modificirt, dafs bei Anwendung des krystallisirten Chlorürs und Alkohols von 75 Procent, von 9° bis 30° R. die Auflöslichkeit des Chlorürs zunimmt ähnlich wie bei dem blofsen Wasser von 8° bis 50° R. Von 30° an nimmt die Lösungskraft des wasserhaltigen Alkohols nicht mehr merklich zu, in höheren Temperaturen und bis zum Siedepunkte nimmt sie selbst merklich wieder ab. Aehnliche Verhält-

nisse treten auch beim Wasser wieder ein, wie wir oben bereits gesehen haben, wo von 50° bis 80° R. keine Zunahme der Auflöslichkeit statt findet. Das Manganchlorür gehört also mit zu den Körpern, bei welchen gröſsere Wärmezunahmen in den höheren Temperatur-Gegenden keine entsprechende gröſsere Löslichkeit bewirken, sondern ein Heterosolubilismus statt findet, in sofern gewöhnlich Wärmezunahmen gröſsere Solubilität bewirken.

7) Mangan-Chlorür-Alkohodat.

Thomas Graham hat (im IV. Bande vom *Philos. Magaz. and Annals of Philosophy by Philips and Taylor, I.* 333. Vergl. auch diese Annalen XV. 151.) unter mehreren neuen Verbindungen von Alkohol mit mehreren Chlorüren und einigen andern hygroskopischen, in Alkohol löslichen Salzen, auch einer festen Verbindung zwischen Alkohol und Manganchlorür gedacht, worauf nach seinen Versuchen in 14,6 Gran 7,6 Gran Alkohol enthält, oder aus 54,3 Alkohol und 45,7 Chlorür besteht. Graham nennt diese Verbindungen Alkoholate. Ich habe es angemessener gefunden, dieselben Alkohodate zu nennen, (vergl. Archiv des Apotheker-Vereins im nördlichen Teutschland, XXIX. 224.), einmal, weil dieser Ausdruck den von Hydraten, als analogen Verbindungen, entsprechend gebildet ist, und zweitens, weil man unter Alkoholaten, besonders in der französischen Pharmacie, worin man dieses Wort eingeführt hat, mit Weingeist bereitete Auszüge, Tincturen und Auflösungen versteht. Meine Versuche mit dem Manganchlorür muſsten mich dahin führen, auch diese Verbindung darzustellen.

Demzufolge kochte ich einen Theil wasserleeres Manganchlorür mit absolutem Alkohol. Aus den grün gefärbten filtrirten Auflösungen hatte sich nach einiger Zeit durch Erkalten nichts ausgeschieden; ich engte dieselbe deshalb durch Verdunsten ein, und stellte sie in einem verstopften Glase ruhig hin. Es bildeten sich nun pris-

matische Krystalle, die sich zu Salzrinden gruppirten und eine weifse Farbe besafsen. 15 Gran dieser Krystalle gab ich in ein kleines Retörtchen, und erhitzte dasselbe mit einer Weingeistflamme. Das Retörtchen mit seinem Inhalte war zuvor gewogen worden. Es gingen Tropfen einer hellen durchsichtigen Flüssigkeit über, die wie Alkohol roch und schmeckte, angezündet mit Flamme brannte, eine unmerkliche Spur Wäfsrigkeit hinterlassend. Der Gewichtsverlust des Retörtchens, nachdem alle Feuchtigkeit daraus entfernt worden war, betrug 6,5 Gran.

Hiernach besteht das Manganchlorür-Alkohodat aus:

Manganchlorür	56,67
Alkohol	43,33
	100.

Diese Verhältnisse deuten darauf, dafs in dieser Verbindung gleiche Atome Alkohol und Manganchlorür verbunden sind, die folgende Zusammensetzung bilden:

Manganchlorür 1 At.	798,437	57,88
Alkohol 1 At.	580,630	42,12
	1379,067	100.

Diese Verhältnisse stimmen mit dem Versuche nahe überein, und ich bin deshalb geneigt, das Ergebnifs dieses letztern für richtiger zu halten, als dasjenige, welches Graham erhalten hat.

Wenn wir nach diesem Befunde die Auflöslichkeitsverhältnisse des Chlorürs im wasserleeren Zustande in absolutem Alkohol würdigen, so können wir dieselben als Auflösungen des Chlorür-Alkohodats in absolutem Alkohol betrachten. Wenn wir die oben durch Versuche erhaltenen Verhältnisse in dieser Voraussetzung berechnen, so erhalten wir folgende Lösungsverhältnisse des Alkohodats. Bei 9° R.:

Manganchlorür-Alkohodat	58,2
Alkohol	41,8
	100.

Bei 30° R. dieselben Verhältnisse.

Bei 61° R.:

Manganchlorür-Alkohodat	62,7
Alkohol	38,2
	100.

Wollte man die von Graham gegebene Zusammensetzung des Alkohodats annehmen, statt der theils nach meinen Versuchen aus dem stöchiometrischen Calcul abgeleiteten, so würde die Auflösung des Chlorürs bei 61° aus 79 Manganchlorür-Alkohodat und 21 Chlorür bestehen müssen. Es würde alsdann noch weit leichtlöslicher seyn. Dieses scheint mir aber mit dem beobachteten Verhalten desselben nicht wahrscheinlich. Auch nach diesen Verhältnissen glaube ich meiner Bestimmung den Vorzug einräumen zu dürfen.

8) Verhalten gegen Terpentinöl.

1) Ich habe wasserleeres Manganchlorür eine geraume Zeit mit Terpentinöl kochen lassen; eine Verminderung des Chlorürs liefs sich nicht bemerken. Es wurde deshalb ein Theil des Oels abgegossen und in einem Uhrgläschen verdunstet, ohne dafs indefs ein merklicher Rückstand erhalten wurde. Es läfst sich daher schliefsen, dafs das Chlorür in Terpentinöl unauflöslich ist.

2) Einen Theil krystallisirtes Manganchlorür gab ich in Terpentinöl, und liefs dieses bis zum Kochen erhitzen. Anfangs stiegen Wasserblasen durch das Oel auf, unter starkem Geräusch. Als dieses nicht mehr statt fand, bildete das Chlorür einen dicken, festen Klumpen. Um zu sehen, ob dasselbe unter diesen Verhältnissen eine Veränderung seines Wassergehaltes erlitten habe, wurden 30,5 Gran desselben in einem bedeckten Porcellantiegelchen erhitzt. Der Verlust betrug 12 Gran = 39 Procent. Der Wassergehalt des Chlorürs war also nicht wesentlich verändert. Einen andern Theil des mit Terpen-

pentinöl behandelten wasserhaltigen Chlorürs erhitzte ich in einem Retörtchen. Es ging eine Flüssigkeit über, die aus Wasser bestand und nach Terpentinöl roch, dessen Menge aber höchst unbedeutend war, und nach Vermischen des Destillats mit mehr Wasser sich ausschied. Sie konnte kaum 1 Procent betragen. Das Manganchlorür ist daher in Terpentinöl nicht nur nicht auflöslich, sondern verliert durch Erhitzen in demselben nicht merklich seinen Wassergehalt.

VIII. *Ueber die Schätzung der entfärbenden Kraft des Chlorkalks durch salpetersaures Quecksilberoxydul;*

von Hrn. Marezeau.

(Durch Hrn. Professor Liebig vom Verfasser eingesandt.)

Der starre oder basische Chlorkalk wird in vielen gewerblichen Künsten angewandt. Im Zustande der Reinheit enthält er auf das Kilogramm 101,71 Liter Chlor, in der Temperatur 0° C. und unter dem Druck $0^m,76$ gedacht; allein der im Handel vorkommende enthält gewöhnlich eine geringere und zwar sehr veränderliche Menge, wiewohl dieser Chlorgehalt den Werth des Chlorkalks als Handelswaare bedingt.

Die Schätzung dieses Chlorgehalts ist demnach von großer Wichtigkeit; auch hat sie bereits die Aufmerksamkeit mehrerer Chemiker erregt.

Als Mittel zu dieser Schätzung hat Herr Welter zuerst die entfärbende Wirkung vorgeschlagen, welche das durch Säuren entwickelte Chlor auf Pflanzenfarben ausübt, und er nahm hierzu eine Lösung des Indigs in Schwefelsäure.

Allein diese Prüfungsart war bei weitem nicht allgemein in Gebrauch gekommen, als Hr. Gay-Lussac

i. J. 1824 eine Anweisung zu derselben in den *Annales des chim. et de phys. T. XXVI. p.* 162 bekannt machte. Diese Anweisung enthält eine Beschreibung des sinnreichen Instrumentes, welches der berühmte Chemiker *Chlorometer* genannt hat, und aufserdem findet man darin Alles, was eine mit der Chemie nicht vertraute Person nöthig hat, um die Prüfung mit Genauigkeit anzustellen.

Indefs, wenn auch Hr. Gay-Lussac die Welter'sche Methode auf den Grad von Genauigkeit, dessen sie fähig ist, gebracht hat, so hat er doch nicht gewufst, zwei Fehlerquellen zu entfernen, die ihr inwohnen, und oft von grofsem Einflufs auf die Resultate sind.

Die erste rührt her von den Aenderungen, welche die entfärbende Wirkung der Chlorkalkslösung je nach der Schnelligkeit der Operation erleidet. Im Allgemeinen wird desto mehr Indig entfärbt, je rascher man den Chlorkalk zusetzt. Indefs giebt es einen Punkt, über den hinaus eine gröfsere Schnelligkeit in der Mengung schwächere Resultate giebt. Das *schnelle Hineinschütten*, welches Hr. Gay-Lussac in seiner Anweisung empfiehlt, giebt nicht die zu wünschende Genauigkeit, und man darf daher nicht erstaunen, wenn dieselbe Chlorkalk-Lösung, gemacht von derselben Person oder gar von mehreren, Unterschiede giebt, die bis zu 30 Procent steigen *).

Eine andere Ursache, welche beiträgt, die Genauigkeit der Angaben des Chlorometers zu verringern, liegt in der Natur der Entfärbung, welche die Probeflüssigkeit durch das Chlor erleidet. Wenn die Wirkung vollständig ist, geht die Flüssigkeit in's Braune über; allein ehe sie auf diesen Punkt gelangt, nimmt sie grüne, dazwischenliegende Farben an, entspringend aus dem Blau des nicht zersetzten Indigs und dem Braun desjenigen, der bereits die Wirkung des Chlors erfahren hat. Je mehr unzersetzter Indig übrig bleibt, desto dunkler ist

*) Man sehe die Abhandlung des Hrn. Morin in den *Ann. de chim. et de phys. T.* 37 *p.* 139.

das Grün; je mehr die Zersetzung sich der Vollständigkeit nähert, desto heller wird das Grün. Die Anweisung bezeichnet die *schwach grünliche Farbe* als den Punkt, bei dem man einhalten müsse; allein diese Angabe ist nicht bestimmt, und kann Abweichungen von mehreren Graden bewirken, kann auch überdiefs Streitigkeiten zwischen dem Käufer und Verkäufer veranlassen, da diese selten über die Normalfarbe übereinstimmen möchten.

Die wichtigen Nachtheile, welche ich eben aus einander gesetzt habe, und auf welche auch schon früher hingewiesen ist, machen, dafs das Verfahren von Welter, selbst mit den Verbesserungen durch Hrn. Gay-Lussac, nicht völlig die Bedürfnisse des Handels und des Gewerbfleifses befriedigt. Zwar sind mehrere Versuche gemacht, es durch ein anderes, weniger unsicheres zu ersetzen; allein keine der vorgeschlagenen Methoden hat allgemeinen Beifall erhalten. Es giebt jedoch eine, welche Aufmerksamkeit verdient, und welche vielleicht eingeführt worden wäre, wenn der Erfinder eine Niederlage von seiner Probeflüssigkeit zum Besten des Publikums angelegt hätte. Man findet sie beschrieben in einer Abhandlung des Hrn. Morin, Pharmaceuten zu Genf, welche in den 37. Band der *Annal. de chim. et de phys.* eingerückt ist, und welche eine Reihe interessanter Beobachtungen über den Chlorkalk enthält. Diese Methode besteht darin, statt des schwefelsauren Indigs eine Lösung von Manganchlorür zu nehmen. Diese wird vom Chlorkalk zersetzt; es bildet sich Chlorcalcium, der gelöst bleibt, Manganhyperoxyd, das niederfällt, und Chlor, das entweicht. Nimmt man eine Manganchlorür-Lösung von bekanntem Gehalt, und hält mit dem Zuschütten ein, sobald man keinen Niederschlag mehr erhält, so kann man begreiflicherweise aus der Menge der angewandten Manganlösung den Chlorgehalt des Chlorkalks ableiten. Hr. Morin behauptet, dieses Verfahren sey ihm immer gelungen. Ich halte es zwar für weit vorzüglicher, als

das von Welter; allein, um mit Genauigkeit zu verfahren, und um gerade den Punkt zu treffen, wo ein neuer Zusatz von Manganchlorür keinen Niederschlag mehr giebt, scheint es mir unumgänglich, dafs man den Niederschlag abfiltrire und sorgfältig auswasche. Man mufs daher eine beträchtliche Zeit zu einer Probe opfern, und zu feineren Handgriffen schreiten, als eine für den Handel bestimmte Prüfungsart erträgt. Hr. Morin bemerkt, dafs die Zeit einige Veränderung in der Manganlösung hervorbringe; dafs sie aber sehr unbeträchtlich sey, und leicht durch den Anblick ausgemittelt werden könne, weil sich ein Niederschlag bilde, und man alsdann nur zu einer neuen Lösung seine Zuflucht zu nehmen brauche. Er bemerkt überdiefs, dafs selbst der schwefelsaure Indig der Veränderung ausgesetzt sey. Diefs ist wahr, und ich mufs noch hinzufügen, dafs die Veränderung, welche diese Flüssigkeit erleiden kann, schwieriger wahrzunehmen ist, da sie sich nicht durch den blofsen Anblick ergiebt.

Da ich häufig Gelegenheit gehabt, den Chlorgehalt des Chlorkalks zu bestimmen, so habe ich durch eigene Erfahrung die Mängel der beiden eben genannten Methoden kennen gelernt. Lange Zeit habe ich umsonst nach einer andern gesucht, die frei von gleichen Fehlerquellen und gleichen Schwierigkeiten in der Ausführung wäre; allein endlich, glaube ich, ist mir die Lösung des Problems gelungen.

Bekanntlich ist das Quecksilberchlorür (der Calomel) unlöslich in Wasser, und selbst in Chlorwasserstoffsäure, geht aber in Chlorid über, und wird vollständig gelöst, wenn man Chlor in das Wasser leitet. Auf diese beide Eigenschaften habe ich mein Verfahren gegründet.

Man nehme eine Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul, setze Chlorwasserstoffsäure hinzu, mehr als zur gänzlichen Verwandlung des Salzes in Chlorür nöthig ist, und giefse endlich in das Gefäfs, welches den Niederschlag und die saure Flüssigkeit enthält, eine Lösung

von Chlorkalk. Das freigewordene Chlor begiebt sich zu dem Quecksilberchlorür, und der Niederschlag verschwindet gänzlich, wenn der Chlorkalk in hinlänglicher Menge angewandt worden ist. Sind überdiefs die Lösungen des salpetersauren Quecksilberoxyduls und des Chlorkalks in bekannten Verhältnissen gemacht, und hat man die Mengen dieser Lösungen, die auf einander wirken, aufgezeichnet, so begreift man, dafs sich daraus der Chlorgehalt des Chlorkalks bestimmen lasse.

Und diefs findet wirklich auf die sauberste Art statt; fügt man die Chlorkalklösung in Portionen hinzu, und sorgt für eine stete Bewegung der Flüssigkeit, damit die Berührungspunkte zwischen dem frei gewordenen Chlor und dem Niederschlag von Quecksilberchlorür möglichst vervielfältigt werden, so begiebt sich das Chlor gänzlich zu diesem Niederschlag, wie man diefs aus dem gänzlichen Mangel an Geruch ersieht. Der Niederschlag nimmt allmälig ab, und bald gelangt man zu dem Augenblick, wo der Zusatz eines Tropfens von der Chlorkalklösung ihn gänzlich verschwinden und die Flüssigkeit vollkommen durchsichtig macht.

Ueberzeugt von der Einfachheit dieser Resultate, habe ich eine ziemlich lange Arbeit übernommen, um das neue Verfahren auf den Grad von Vollkommenheit zu bringen, dessen es fähig ist.

Ich dachte anfangs, es sey zweckmäfsig, sich nicht von der für den Chlorgehalt des Chlorkalks angenommenen Einheit zu entfernen, und die zum Chlorometer gehörigen Instrumente beizubehalten, da sie aufser dem Verdienst einer grofsen Genauigkeit, auch noch das einer sehr bequemen Anwendung besitzen. Allein, da es die Natur des neuen Verfahrens erfordert, dafs man die Probeflüssigkeit in festgesetzter, und die Chlorkalklösung in veränderlicher Menge anwende, so bestimmte ich die Mefsröhre (*pipette*) für die Probeflüssigkeit, und das Kännchen (*burette*) für die Chlorkalklösung (also umgekehrt,

wie bei dem Welter'schen Verfahren). Demnach nahm ich als beständige Grundlage zu meinen Versuchen ein Maafs der Lösung des salpetersauren Quecksilberoxyduls, das dem Volumen der Mefsröhre, nämlich 2,5 Cubikcentimeter, gleich war. Meine Chlorkalklösung ist die, welche man erhält, wenn man 5 Gram. starren Chlorkalk in $\frac{1}{2}$ Liter Wasser auflöst.

Es bleibt mir noch übrig, den Concentrationsgrad meiner Quecksilberlösung festzusetzen, in Bezug auf die Capacität des Kännchens, das zur Aufnahme des Chlorkalks bestimmt ist; denn diese Capacität, welche kaum 50 Cubikcentimeter beträgt, gab mir die Gränzen, zwischen welchen alle den Graden der Chlorkalklösung entsprechenden Volumvariationen enthalten seyn mufsten.

Nach diesen Betrachtungen nahm ich als Probeflüssigkeit eine Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul, welche 0,036 Grm. Quecksilber in 1 Cubikcentimeter enthielt; so dafs 2,5 Cubikcentimeter dieser Flüssigkeit, als der Inhalt der Mefsröhre, 0,005 Liter Chlor erfordern, um Quecksilberchlorür zu bilden, und noch eben so viel, um in Chlorid überzugehen.

Diefs gesetzt, habe man nun Chlorkalk von 100° Chlorgehalt und löse 5 Grm. davon in $\frac{1}{2}$ Liter Wasser, so wird von der Flüssigkeit jeder halbe Cubikcentimeter, d. h. jede Volumeinheit des Kännchens, 0,0005 Liter Chlor enthalten. Folglich gebraucht man 5 Cubikcentimeter oder 10 Abtheilungen des Kännchens, um die 0,005 Liter Chlor zu bekommen, welche nöthig sind, um das in einem Maafs der Probeflüssigkeit von der Chlorwasserstoffsäure gefällte Chlorür in Chlorid zu verwandeln.

Die Anwendung von 10 Abtheilungen Chlorkalklösung zeigt also einen Chlorgehalt von 100° an.

Die von 20 Abtheilungen zeigt folglich den halben Chlorgehalt an, d. h. 50°.

40 Abtheilungen entsprechen 25°; u. s. w.

Der Chlorgehalt und die Zahl der angewandten Ab-

theilungen stehen also im umgekehrten Verhältnifs, und es ist also leicht, daraus den irgend einer Anzahl von Abtheilungen entsprechenden Chlorgehalt eines Chlorkalks abzuleiten *). Die Tafel am Schlusse dieser Anweisung enthält diese Beziehung. Ueberdiefs giebt diese Tafel zu einigen Bemerkungen Anlafs.

Zwischen 100° und 85° entspricht jeder Grad der Chlorkalklösung nur einem Zehntel einer Abtheilung, und erst unterhalb 70° steigt dieser Unterschied auf mindestens ein Fünftel. Nun entspricht in dem Kännchen, wenigstens in dem von mir angewandten, jeder Tropfen einer Fünftel-Abtheilung; mithin kann man bis auf einen Unterschied von einem Grad, die Genauigkeit nur unterhalb 70° treiben, und bei dem höheren Gehalt läuft man Gefahr, einen noch beträchtlicheren Fehler zu begehen.

Indefs ist es leicht, diesem Uebelstande abzuhelfen, so bald man im Voraus weifs, dafs der Chlorkalk, mit dem man arbeitet, über dieser letztern Gränze liegt, denn man braucht es nur so einzurichten, dafs man gröfsere Mengen von der Chlorkalklösung anwenden mufs, entweder dadurch, dafs man diese Lösungen schwächer oder die Probeflüssigkeit in gröfserer Menge nimmt. Löste man z. B. nur $2\frac{1}{2}$ Grm. Chlorkalk in 1 Liter Wasser, oder nähme man 4 Maafs der Probeflüssigkeit, so würde man in beiden Fällen 4 Mal mehr Chlorkalklösung anwenden müssen, und die Beobachtungsfehler würden in gleichem Verhältnisse weniger einwirken auf die Resultate. Man kommt hierauf auf das System zurück, nach welchem die Tafel berechnet ist, wenn man die angewandten Abtheilungen durch 4 dividirt.

Unterhalb 10 Grad zeigt sich ein entgegengesetzter Uebelstand, d. h. die Unterschiede zwischen den Zahlen der Abtheilungen, welche zwei auf einander folgenden Graden entsprechen, wachsen mit solcher Schnelligkeit,

*) Ist x die Anzahl der Abtheilungen des Kännchens, die n Graden des Chlorgehalts entsprechen, so hat man $x = \frac{1000}{n}$.

dafs man genöthigt ist, mit beträchtlichen Volumen zu arbeiten und mehrmals das Kännchen zu leeren. Man entgeht diesem Uebelstande leicht, wenn man für einen solchen Chlorkalk die Menge desselben verzehnfacht, d.h. wenn man ihn auf 50 Grm. bringt. Da die Lösung dieses Chlorkalks demnach 10 Mal stärker ist, so wird die von ihm anzuwendende Menge 10 Mal geringer, und so kommt man wieder in die zweckmäfsigen Gränzen. Die Uebereinstimmung mit der Tafel erhält man übrigens durch Verzehnfachung der Anzahl der angewandten Abtheilungen.

Es ist auch zu bemerken, dafs man selten Gelegenheit haben wird, mit einem Chlorkalk von so schwachem Chlorgehalt zu arbeiten.

Die Probeflüssigkeit erhält man durch Bereitung des salpetersauren Quecksilberoxyduls auf die gewöhnliche Weise, d. h. dadurch, dafs man überschüssiges Quecksilber warm mit verdünnter Salpetersäure behandelt, und das Sieden hinreichend lange fortsetzt, so dafs kein salpetersaures Oxyd zurückbleibt, dessen Gegenwart in der Flüssigkeit der Genauigkeit der Resultate schaden würde.

Um die Quecksilberlösung auf den pafslichen Concentrationsgrad zu bringen, mufs man sie erstlich analysiren. Diese Analyse läfst sich mit hinreichender Annäherung auf zwei sehr einfache Weisen bewerkstelligen.

Die eine besteht darin, dafs man durch eins der in Hrn. Gay-Lussac's Anweisung angegebenen Mittel eine Chlorkalklösung bereitet, die ein bestimmtes Volum an Chlor enthält, und nun sucht, wie viel von dieser Lösung erforderlich ist, den Niederschlag verschwinden zu machen, welchen Chlorwasserstoffsäure in einem Maafs der Probeflüssigkeit gebildet hat. Ist der Chlorkalk von 100° Chlorgehalt, und hat man 10 Abtheilungen des Kännchens angewandt, so besitzt die Probeflüssigkeit die gehörige Stärke. Hat man von der Chlorkalklösung eine gröfsere Menge anwenden müssen, so ist die Probeflüs-

sigkeit zu stark, und sie mufs dann durch Zusatz von Wasser auf den Normalgrad gebracht werden.

Die andere Analysirmethode ist noch leichter auszuführen. Sie gründet sich auf die Zusammensetzung des Quecksilberchlorürs, welche von der Art ist, dafs zur Bildung dieses Chlorürs eben so viel Chlor erforderlich ist, als zu dessen Verwandlung in Chlorid. Wenn man demnach bestimmt hat, wie viel Chlor erforderlich ist, um ein Maafs der Probeflüssigkeit in Chlorür zu verwandeln, so weifs man, dafs dieselbe Menge zu dessen Umwandlung in Chlorid nöthig ist. Nun weifs man, dafs 5,22 Grm. Chlornatrium 1 Liter Chlor enthalten; löst man sie demnach in 1 Liter Wasser, so bekommt man eine Lösung, die in demselben Volum eben so viel Chlor enthält, als 5 Grm. Chlorkalk von 100° Chlorgehalt, die in $\frac{1}{2}$ Liter Wasser gelöst sind; d. h. wenn die Probeflüssigkeit von gehörigem Concentrationsgrad ist, so gebraucht man, um ein Maafs derselben gänzlich zu fällen, gerade so viele Abtheilungen des Kännchens, als Abtheilungen der Chlorkalklösung von 100° Chlorgehalt erforderlich sind, um den Niederschlag verschwinden zu machen. Man sieht also, dafs die Kochsalzlösung, deren Bereitung sehr einfach ist, mit Vortheil die Chlorkalklösung von bestimmtem Gehalt ersetzt, deren man sich bei der Welter'schen Methode bedient.

Ich weifs freilich nicht, ob die Probeflüssigkeit in längerer Zeit Veränderungen erleidet; allein ich habe mich überzeugt, dafs sie in mehreren Monaten, während welcher ich sie täglich gebrauchte, keine Veränderung erlitt. Ich glaube demnach, dafs sie sich auf ganz unbestimmte Zeit aufbewahren läfst, vor allem, wenn man dafür sorgt, die Gefäfse wohl verschlossen zu halten, und das Umgiefsen zu vermeiden. Uebrigens ist es zweckmäfsig, die erwähnte Kochsalzlösung bei der Hand zu haben, damit man von Zeit zu Zeit den Quecksilbergehalt der Flüssigkeit prüfen könne.

Da die tägliche Anwendung, welche ich von diesem Verfahren gemacht, mir befriedigende Resultate gegeben hat, so halte ich die öffentliche Bekanntmachung desselben für nützlich; und um sie den wenig mit der Chemie vertrauten Personen verständlich zu machen, habe ich es für nöthig erachtet, in die Einzelnheiten einzugehen. Vielleicht wird man diefs zu kleinlich finden, allein es schien mir unumgänglich, um alle Schwierigkeiten zu beseitigen, die niemals fehlen, sich gegen die Einführung neuer Methoden zu erheben

Anweisung zum Prüfen des Chlorkalks.

1) Beschreibung der Instrumente.

Die anzuwendenden Instrumente sind dieselben, welche das Chlorometer des Hrn. Gay-Lussac ausmachen, nur ist die Mefsröhre (*pipette*), welche 2,5 Cubikcentimeter fafst, zur Aufnahme der Probeflüssigkeit bestimmt, und das in halbe Cubikcentimeter getheilte Kännchen (*burette*) zur Aufnahme der Chlorkalklösung *).

2) Bereitung der Probeflüssigkeit.

50 Grm. Quecksilber digerirt man in einem Kolben in mäfsiger Wärme mit 10 Grm. concentrirter Salpetersäure, die mit dem vier- oder fünffachen Gewicht Wasser verdünnt werden. Das Ganze erhält man wenigstens eine Stunde lang im Sieden, unter mehrmaliger Ersetzung des verdampften Wassers. Wenn die entweichenden Dämpfe keinen merklichen Geruch mehr haben, nimmt man die Mischung vom Feuer, und läfst sie erkalten. Gewöhnlich, wenn man mit diesen Vorsichtsmaafsregeln gearbeitet hat, bleibt kein salpetersaures Oxyd in der Lösung; doch mufs man sich sorgfältig von der Abwesenheit dieses Salzes überzeugen, da seine Gegenwart sehr schädlich ist.

*) Man findet diese Instrumente in Paris bei Hrn. Collardeau, *rue du faubourg St. Martin. No.* 56.

Um diese Prüfung zu bewerkstelligen, verdünne man eine kleine Portion der Flüssigkeit mit Wasser, fälle sie durch einen Ueberschufs von reiner Chlorwasserstoffsäure, sondere den Niederschlag durch Filtriren ab, und setze zu der klaren Flüssigkeit einen Ueberschufs von Ammoniak. Entsteht kein Niederschlag oder keine merkliche Färbung, so ist daraus zu schliefsen, dafs die Flüssigkeit frei sey von salpetersaurem Quecksilberoxyd; im entgegengesetzten Falle mufs man das Sieden mit Quecksilber fortsetzen.

Hat man sich versichert, dafs die Quecksilberlösung nur Oxydul enthält, so verdünnt man sie mit 3 oder 4 Theilen Wasser, und stellt sie an einen mäfsig warmen Ort hin. Es schlägt sich ein basisches Salz nieder und ein saures bleibt gelöst. Man filtrirt nun die Lösung, und bringt sie in eine Flasche, die durch einen eingeriebenen Stöpsel wohl verschliefsbar ist.

Um dieser Flüssigkeit den zweckmäfsigen Concentrationsgrad zu geben, löst man 5,22 Grm. Kochsalz, das durch mehrmaliges Umkrystallisiren gereinigt, und dann wohl getrocknet worden ist, in einem Liter Wasser. Mit der Mefsröhre nimmt man ein Maafs von der Quecksilberlösung und verdünnt sie mit Wasser. Hierauf bringt man die Kochsalzlösung in das Kännchen, und fügt so viel von ihr der Probeflüssigkeit hinzu, bis kein Niederschlag mehr entsteht. Hiebei mufs man vorsichtig verfahren, und die Flüssigkeit sorgfältig filtriren, damit man die Wirkung neuer Zusätze der Kochsalzlösung besser beurtheilen könne, auch mufs man, um nichts von der Flüssigkeit zu verlieren, das Filtrum nicht wechseln.

Ich setze voraus, dafs man von der Kochsalzlösung gerade 10 Abtheilungen des Kännchens voll angewandt habe; dann befände sich die Probeflüssigkeit auf dem richtigen Concentrationsgrad. Allein diefs würde ein grofser Zufall seyn; gewöhnlich ist die Quecksilberlösung concentrirter, wie es aus dem Verbrauch eines gröfseren

Volumens der Kochsalzlösung hervorgeht. Stiege diese Menge auf 20 Abtheilungen, so hätte man daraus zu schliefsen, dafs die Concentration zweimal zu stark sey, und dafs man die Flüssigkeit mit einem ihr gleichen Volumen Wasser verdünnen müsse. Hätte man 30 Abtheilungen verbraucht, so würde man 2 Volume Wasser hinzufügen müssen u. s. w.

Im Allgemeinen, wenn n die Zahl der angewandten Abtheilungen ist, wird

$$\frac{n-10}{10}$$

die Zahl der Volume Wasser, die einem Volumen der Probeflüssigkeit hinzugefügt werden müssen, um diese auf den richtigen Concentrationsgrad zu bringen.

Man könnte das Kochsalz auch durch eine Lösung von Chlorkalk ersetzen, und diese durch eins der von Hrn. Gay-Lussac angezeigten Mittel bereiten, wonach sie 1 Liter Chlor auf 1 Liter der Flüssigkeit enthält. Man müfste dann erstlich das eine Maafs der Quecksilberlösung durch Chlorwasserstoffsäure füllen, und dann, unter Umschütteln, so lange von der Chlorkalklösung hinzusetzen, bis der Niederschlag verschwunden ist. Die bei dem Kochsalz angegebenen Verhältnisse und Rechnungen sind übrigens auch hier anwendbar.

Nachdem man die Probeflüssigkeit durch hinlänglichen Zusatz von Wasser auf den gehörigen Concentrationsgrad gebracht hat, hebt man sie in wohl durch Glasstöpsel verschliefsbaren Flaschen auf. Es ist zweckmäfsig, wenn diese Flaschen nur von geringer Capacität sind, damit man der unveränderten Erhaltung der Flüssigkeit sicherer ist. Nimmt man Flaschen mit so weitem Halse, dafs man die Mefsröhre hineinstecken kann, so vermeidet man das Ausgiefsen der Flüssigkeit, was die Möglichkeit einer Veränderung dieser vermehren würde.

Jedesmal, dafs man die Mefsröhre in die Flasche

ɜckt, muſs man sich versichern, daſs sie trocken und cht rein sey.

Hegte man Zweifel an der Güte der Probeflüssig-ːit, so muſs man sich von der Richtigkeit ihres Gehalts ırch Prüfung mit der Kochsalzlösung überzeugen.

3) Bereitung der Chlorkalklösung.

Man löst 5 Grm. Chlorkalk in $\frac{1}{2}$ Liter Wasser mit ɜn in Hrn. Gay-Lussac's Anweisung gegebenen Vor-chtsmaaſsregeln. Alsdann zeigt jeder Grad der Tafel e Anwesenheit eines Liters Chlor im Chlorkalk an.

4) Verfahrungsweise.

Man nimmt mit der Meſsröhre ein Maaſs (2,5 Cu-ikcentimeter) der Probeflüssigkeit, läſst sie in ein Setz-las flieſsen, und fügt so viel Wasser hinzu, daſs dieses is zu $\frac{3}{4}$ davon gefüllt wird. Nun schüttet man in diese ösung, unter fortwährendem Umrühren mit einem Glas-ab, verdünnte Chlorwasserstoffsäure hinein, bis kein iederschlag mehr entsteht, und selbst noch etwas län-ɜr. Endlich füllt man das Kännchen bis zum Nullpunkt it der Chlorkalklösung, und gieſst diese in kleinen Por-onen in das Glas mit dem Quecksilber-Niederschlag, so nge, unter beständigem Umrühren, bis dieser Nieder-hlag gänzlich verschwunden ist. Gegen das Ende der peration muſs man langsam verfahren, und nur tropfen-eise hineinschütten.

Man liest dann am Kännchen die Zahl der ver-auchten Abtheilungen ab, und leitet daraus mittelst der afel, am Schlusse dieser Anweisung, den Chlorgehalt s Chlorkalks her.

Schüttete man die Chlorkalklösung zu rasch hinein, würde das Chlor sich zu schnell entwickeln, und, ıtt sich mit dem Niederschlag zu verbinden, in die Luft tweichen. Der Geruch ist in dieser Beziehung ein hin-ıglicher Führer, und *man ist* immer gewiſs, daſs die

Operation wohl geleitet worden ist, sobald sich kein Geruch entwickelt. Besonders gegen das Ende der Operation mufs man den Chlorkalk mit Behutsamkeit hinzusetzen, und nur nach der Gewifsheit, dafs die Flüssigkeit nicht mehr nach Chlor riecht.

5) Abgeändertes Verfahren bei Prüfung eines Chlorkalks, dessen Chlorgehalt gröfser als 60°, und kleiner als 10° ist.

Weifs man im Voraus, oder durch eine bereits angestellte Probe, dafs der Chlorgehalt des Chlorkalks über 60° hinausgeht, so ist es zur Erreichung genauerer Resultate zweckmäfsig, mit einer verdünnteren Chlorkalklösung zu arbeiten. Man löst also nur 2,5 Grm. Chlorkalk in 1 Liter Wasser, woraus also eine 4 mal schwächere Lösung entsteht, als wenn man 5 Grm. in $\frac{1}{2}$ Liter Wasser löst. Um dieselben Resultate mit beiden Lösungen hervorzubringen, mufs man von der ersten 4 mal so viel als von der zweiten anwenden. Da nun die Tafel sich auf letztere bezieht, so mufs man, damit dieselbe auch bei der verdünnten Flüssigkeit angewendet werden könne, die Abtheilungen durch 4 dividiren.

Handelt es sich dagegen um einen Chlorkalk, dessen Chlorgehalt sehr gering, wohl gar unter 10°, ist, so mufs man, um der Anwendung einer zu grofsen Menge der Chlorkalklösung überhoben zu seyn, 50 Grm. dieses Chlorkalks statt der 5 Grm. nehmen, und, um die Resultate auf die Grundlage, für welche die Tafel berechnet ist, zurückzuführen, das Volum der angewandten Lösung durch 10 multipliciren.

Einige Beispiele werden diefs erläutern. Gesetzt, man habe einen Chlorkalk zu prüfen, über dessen Chlorgehalt man gar keine vorläufigen Angaben hat. Von diesem löse man 5 Grm. in $\frac{1}{2}$ Liter Wasser, und prüfe diese durch ein Maafs der Probeflüssigkeit. Beträgt die Zahl der angewandten Abtheilungen z. B. 22 und 23, so schliefst

man daraus, dafs der Grad der Probeflüssigkeit etwas über 44 liegt.

Wenn aber die Zahl dieser Abtheilungen zwischen 10 und 12° läge, d. h. wenn der Chlorgehalt des Chlorkalks sich zwischen 90 und 83 befände, so würde es ziemlich schwierig seyn, diesen Grad genauer zu bestimmen. Alsdann müfste man eine neue Probe anstellen, und dazu $2\frac{1}{2}$ Grm. Chlorkalk in 1 Liter Wasser lösen. Gesetzt, bei dieser neuen Probe falle die Zahl der angewandten Abtheilungen zwischen 47 und 46, so theilt man diese Zahlen durch 4, und erhält also zum Quotienten 11,75 und 11,5. Man sucht in der 2ten Columne der Tafel die Zahl auf, die sich diesem Quotienten am meisten nähert, und findet 11,6, welche 86 entspricht, welche der Chlorgehalt des angewandten Chlorkalks ist.

Wenn man endlich mehr als 100 Abtheilungen des Kännchens angewandt hat, ohne dafs der Niederschlag ganz verschwunden ist, so schliefst man daraus, dafs der Chlorgehalt des Chlorkalks unter 10° liegt. Alsdann fängt man den Versuch wieder an, mit 50 Grm. Chlorkalk in $\frac{1}{2}$ Liter Wasser gelöst. Gesetzt, man habe alsdann ungefähr 13 Abtheilungen gebraucht, so multiplicirt man diese Zahl mit 10. Das Product 130 kommt, wie man sieht, der Zahl 125 ziemlich nahe, die in der Tafel einem Chlorgehalt von 8° entspricht; man schliefst daraus, dafs der Chlorgehalt des angewandten Chlorkalks etwas unter 8° liegt.

8) Bemerkungen in Bezug auf die Anwendung der Chlorwasserstoffsäure.

Die angewandte Chlorwasserstoffsäure mufs möglichst rein seyn. Zum Gelingen der Operation braucht man nur einen Ueberschufs von derselben hinzuzusetzen; allein um das Herumtappen zu vermeiden, ist es besser, immer eine gleiche Menge Säure von gleichem Concentrationsgrade anzuwenden. Die von mir gebrauchte hielt

immer $2\frac{1}{2}^0$ Beaumé, und ich bedurfte immer $1\frac{1}{2}$ Cubikcentimeter von ihr zur Fällung eines Maafses der Probeflüssigkeit.

Befolgt man den angegebenen Gang, und vernachlässigt man nicht die kleine Zahl von Vorsichtsmaafsregeln, welche er mit sich bringt, so kann man gewifs seyn, den Chlorgehalt eines Chlorkalks immer wenigstens bis auf einen Grad zu bestimmen.

Der Chlorgehalt des käuflichen Chlorkalks wird von den Fabrikanten gewöhnlich zu hoch angegeben. Zur richtigen Bestimmung desselben bedarf das Welter'sche Verfahren einer Abänderung, die auf den ersten Augenblick als sehr unbedeutend erscheinen kann, die aber doch einen sehr merklichen Einflufs auf die Resultate hat. Sie besteht nämlich darin, dafs man die Mefsröhre, welche die Chlorkalklösung enthält, in die Probeflüssigkeit eintaucht, statt dafs man sich nach der Anweisung damit begnügen soll, in die Mefsröhre zu blasen, um die Chlorkalklösung herauszuschaffen; so dafs man auf die Probeflüssigkeit nicht blofs die herausgeblasenen 2,5 Cubikcentimeter wirken läfst, sondern auch den Theil der Lösung, welchen die Röhre aus- und inwendig benetzt. Diefs Verfahren kann den Chlorgehalt von 15° auf 20° bringen. Bei der neuen Methode hat man einen solchen Fehler nicht zu fürchten.

Tafel über die Beziehung der Abtheilungen des Kännchens zu den Graden des Chlorgehalts.

Chlorgehalt-Grad.	Abtheil. des Kännch.	Chlorgehalt-Grad.	Abtheil. d. Kännch.	Chlorgehalt-Grad.	Abtheil. d. Kännch.	Chlorgehalt-Grad.	Abtheil. d. Kännch.
1	1000	5	200	9	111	13	77
2	500	6	166	10	100	14	71,4
3	344	7	143	11	91	15	67
4	250	8	125	12	83,2	16	62,4

Chlorgehalt-Grad.	Abtheil. d. Kännch.	Chlorgehalt-Grad.	Abtheil. d. Kännch.	Chlorgehalt-Grad.	Abtheil. d. Kännch.	Chlorgehalt-Grad.	Abtheil. d. Kännch.
17	58,4	39	25,5	61	16,3	83	12
18	55,4	40	25	62	16,1	84	11,8
19	52,4	41	24,4	63	15,8	85	11,7
20	50	42	23,7	64	15,6	86	11,6
21	47,5	43	23,2	65	15,3	87	11,4
22	45,5	44	22,7	66	15,1	88	11,3
23	43,5	45	22,2	67	14,8	89	11,2
24	41,5	46	21,7	68	14,7	90	11,1
25	40	47	21,2	69	14,5	91	10,9
26	38,5	48	20,7	70	14,2	92	10,8
27	37	49	20,4	71	14	93	10,7
28	35,7	50	20	72	13,8	94	10,6
29	34,5	51	19,6	73	13,6	95	10,5
30	33,3	52	19,2	74	13,5	96	10,4
31	32,2	53	18,8	75	13,2	97	10,3
32	31,2	54	18,5	76	13,1	98	10,2
33	30,2	55	18,1	77	12,9	99	10,1
34	29,2	56	17,8	78	12,8	100	10
35	28,5	57	17,5	79	12,6	101	9,9
36	27,7	58	17,1	80	12,5	101,71*)	9,83
37	27	59	16,8	81	12,3		
38	26,2	60	16,6	82	12,1		

*) Reiner Chlorkalk.

IX. *Krystallisation und einige neue Eigenschaften der Ueberchlorsäure; von Hrn. Serullas.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XLVI. p.* 294.)

Bei Beschäftigung mit den bisher unbekannten Verbindungen der Ueberchlorsäure (*acide oxichlorique, perchlorique*) mit Pflanzenbasen, habe ich gesehen, dafs diese Säure fähig ist, mit dem Cinchonin eine saure, vollkommen krystallisirte Verbindung zu bilden. Da diese Ent-

stehung eines sauren Salzes in Beziehung stand zu dem in meinen früheren Abhandlungen aufgestellten Satz, dafs die stabilen und wohl charakterisirten sauren Salze aus der Vereinigung einer starren Säure mit einer Base hervorgehen, so suchte ich auszumitteln, ob nicht die Ueberchlorsäure im starren Zustande erhalten werden könne, wenngleich ihre Verbindung mit Kali mir ein entgegengesetztes Resultat geliefert hatte, d. h. ein Salz, das nicht in ein saures zu verwandeln war.

Um die Ueberchlorsäure möglichst von Wasser zu befreien, dampfte ich sie zunächst so weit ein, bis sie reichliche weifse Dämpfe ausstiefs. Darauf vermischte ich sie, in einem mit einer Vorlage versehenen Retörtchen, mit dem 4 bis 5fachen ihres Volums an concentrirter Schwefelsäure. Die Mischung wurde bald gelb, und, zum Sieden gebracht, liefs sie Chlor und Sauerstoff entweichen, in Folge der Zersetzung des gröfseren Theils der Ueberchlorsäure, und zugleich ging eine geringe Menge unzersetzter Säure in die wohl erkaltete Vorlage über.

Die so destillirte Säure ist starr, obgleich sich auch zuweilen ein wenig Flüssigkeit vorfindet; sie enthält keine Schwefelsäure oder nur Spuren von ihr, sobald das Sieden gemäfsigt wurde.

An der Luft zieht sie rasch Feuchtigkeit an, dabei sehr dicke weifse Dämpfe gebend. Durch Erwärmung flüssig gemacht, und dann in Wasser geschüttet, giebt jeder Tropfen ein ähnliches Geräusch wie glühendes Eisen, das in Wasser gesteckt wird.

Der starre Theil, welcher bei 45° C. schmilzt, bildet entweder eine Masse oder lange Krystalle, die mir vierseitige Prismen mit zweiflächigen Enden zu seyn schienen. Die letzteren enthalten unzweifelhaft das wenigste Wasser und sind deshalb am flüchtigsten.

Die Vorsichtsmaafsregeln, um die krystallisirte Ueberchlorsäure sicher zu erhalten, sind folgende:

Mittelst einer langen Röhre bringt man nach einan-

der Schwefelsäure und Ueberchlorsäure in eine nicht tubulirte Retorte, deren Hals, ohne Pfropfen, in eine gebogene und am Ende ausgezogene Röhre gesteckt wird. Man bringt die Flüssigkeit langsam zum Sieden, und erhält sie darin durch wenig Feuer, worauf man bald eine Portion langsam in die Röhre fliefsen und längs derselben erstarren sieht. Aus dem ausgezogenen Ende der Röhre, die man nur mit Wasser kalt zu halten braucht, entweichen dicke weifse Dämpfe.

Man mufs die Operation einstellen, ehe die Mischung sich färbt, und sobald ein Tropfen zu dem erstarrten Theil übergeht, der nicht mehr gesteht. Setzt man die Destillation länger fort, so löst das übergehende von der zersetzten Säure herrührende Wasser, dessen Menge mit dieser Zersetzung fortwährend zunimmt, die Krystalle wieder auf, und bildet flüssige, nicht rauchende Ueberchlorsäure. Aus demselben Grunde mufs man zur Zeit immer nur mit kleinen Mengen, z. B. 8 bis 10 Grm., Ueberchlorsäure arbeiten.

Ich ergreife diese Gelegenheit, um noch einige neue Eigenschaften der Ueberchlorsäure bekannt zu machen.

Diese Säure kann, wie die Schwefelsäure, in einer Schale, oder besser in einer Retorte, durch Abdampfung concentrirt werden. Man schüttet dabei, wie schon gesagt, die ersten Portionen fort, die nur Wasser sind. Ich habe sie dadurch auf eine Dichte von 1,65 gebracht, die des Wassers gleich 1 gesetzt. Es wäre möglich, sie noch etwas concentrirter zu machen, doch stöfst sie schon bei diesem Punkt einige Dämpfe an der Luft aus. Bei 200° C. geräth sie in's Sieden. Geschieht das Sieden in einer Röhre, und nähert man an der Mündung den Dämpfen ein Stück trocknen Papiers, so entzündet es sich lebhaft. Der Luft ausgesetzt, zieht sie mächtig Feuchtigkeit an. 10 Grm. in einer Schale befindlich, absorbirten innerhalb 24 Stunden 1,8 Grm. atmosphärischen Wassers; nach 10 Tagen hatten sie um 8 Grm. zugenommen.

X. *Anwendung der Ueberchlorsäure, als Mittel Kali und Natron, frei oder an Säuren gebunden, von einander zu unterscheiden und zu trennen; überchlorsaure Salze;*
von Hrn. Serullas.

(*Ann. de chim. et de phys. T. XLVI. p.* 297.)

Beim Verfolge meiner Untersuchungen über die bisher noch nicht studirten Salze der Ueberchlorsäure, wurde meine Aufmerksamkeit besonders erregt durch den sehr beträchtlichen Unterschied zwischen der Löslichkeit des Kali- und des Natronsalzes. Das erstere erfordert bei 15° C. das 65fache Gewicht an Wasser zu seiner Lösung, während das letztere sehr zerfliefslich, also sehr löslich in Wasser ist, ja sogar in Alkohol von 40° B.

Die Möglichkeit, in derselben Flüssigkeit ein sehr wenig lösliches Kalisalz und ein ungemein lösliches Natronsalz hervorzubringen, schien mir ein vortheilhaftes Mittel zur Unterscheidung und selbst zur Trennung des Kali's vom Natron darzubieten. Bekanntlich erfüllt das Chlorplatin, was die Unterscheidung des Kali vom Natron betrifft, seinen Zweck sehr wohl; allein die Trennung durch dieses Mittel erfordert Vorsichtsmaafsregeln und Vorbereitungen, welche nicht immer leicht die Erreichung eines strengen Resultats erlauben. Weinsäure in Ueberschufs zu einer concentrirten Lösung von Kalisalzen gesetzt, zeigt zwar die Anwesenheit dieses Alkali's durch Fällung von gebildetem Weinstein an, allein diese in einigen Fällen so nützliche Probe läfst alles zu wünschen übrig, wenn zugleich Natron zugegen ist. Von der kieselhaltigen Flufssäure will ich gar nicht reden, da diese Natron und Kali gleichmäfsig fällt.

Schüttet man Ueberchlorsäure tropfenweise in eine

gemischte Lösung von Kali und Natron, so bildet sich augenblicklich, ohne dafs gerade die Lösung concentrirt zu seyn braucht, was jedoch besser ist, ein Niederschlag von überchlorsaurem Kali. Das überchlorsaure Natron, oder, wenn man die Säure nicht in Ueberschufs hinzuthut, das Natron, bleibt in der Flüssigkeit, und kann durch starken Alkohol, der die noch darin gebliebene kleine Menge überchlorsauren Kali's fällt, von dieser getrennt werden.

Eine Lösung von überchlorsaurem Natron, zu welcher man vorsichtig Kali hinzusetzt, giebt augenblicklich einen Niederschlag von überchlorsaurem Kali; das Natron wird frei und kann auch hier durch Alkohol abgeschieden werden.

Aus der grofsen Verschiedenheit in der Löslichkeit des überchlorsauren Kali's und anderer Kalisalze, ist leicht zu ersehen, dafs man in einer Salzlösung die Gegenwart des mit irgend einer Säure verbundenen Kali's schnell mittelst Ueberchlorsäure durch den entstehenden Niederschlag entdecken werde, da mit dem etwa gleichzeitig vorhandenen Natron kein solcher Niederschlag erfolgt.

Die Probe wurde gemacht mit schwefelsaurem, salpetersaurem, chlorsaurem und bromsaurem Kali, mit Chlor-, Brom- und Jod-Kalium, und mit Alaun. In allen diesen Lösungen brachte die kleinste Menge von Ueberchlorsäure einen Niederschlag von überchlorsaurem Kali hervor; die Schwefel-, Salpeter-, Chlor-, Brom-, Chlorwasserstoff- u. s. w. Säure wurden entbunden, und konnten durch Alkohol abgeschieden werden.

Jodkalium mit Ueberchlorsäure behandelt, färbt sich in Folge der Zersetzung der freigewordenen Jodwasserstoffsäure immer mehr und mehr gelb. Chlor- und Brom-Kalium bleiben dabei farblos.

Diefs Verfahren, welches bei Analysen anwendbar seyn könnte, bietet den doppelten Vortheil dar, dafs man

die gleichzeitige Gegenwart von Natron und Kali darthun und zugleich die mit letzterer Base verbunden gewesene Säure erkennen und durch Alkohol abscheiden kann.

Man sieht ferner, wie vortheilhaft die Anwendung des überchlorsauren Baryt und überchlorsauren Silberoxyds (die beide sehr löslich sind) in dem Falle ist, dafs das Natron und Kali mit Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure verbunden sind, weil man in beiden Fällen einerseits mittelst Alkohol durchaus alles überchlorsaure Natron in flüssiger Form, und andererseits durchaus alles überchlorsaure Kali nebst allem schwefelsauren Baryt und Chlorsilber in fester Gestalt abscheiden und aus letzterem Gemenge das Kalisalz durch heifses Wasser ausziehen kann.

Es ist mir mit sehr grofser Annäherung gelungen, gewogene Gemenge von einigen Granen zu trennen.

Was das Chlornatrium und Chlorkalium betrifft, so kann man, da man das überchlorsaure Silberoxyd bis zur Aufhörung der Fällung hinzusetzen mufs, ohne Nachtheil diesen Punkt überschreiten. Man bringt dann das gebildete Chlorsilber auf ein Filtrum, und wäscht es mit heifsem Wasser. Die Flüssigkeiten, in denen sich das überchlorsaure Kali und Natron, nebst dem Ueberschufs des überchlorsauren Silberoxyds, befinden, dampft man zur Trockne, und zieht aus dem Rückstand, ohne ihn zu glühen, mittelst starken Alkohols das überchlorsaure Natron und Silberoxyd aus, filtrirt das überchlorsaure Kali ab, dampft die Lösung zur Trockne, und glüht den Rückstand. Dieser besteht dann aus Chlornatrium und Chlorsilber, die durch Wasser leicht zu trennen sind. Das abfiltrirte Kalisalz wird ebenfalls geglüht, wo es dann Chlorkalium zurückläfst; auch kann man die Menge des Chlorkaliums aus dem erhaltenen überchlorsauren Kali berechnen.

Bei Gemengen von schwefelsaurem Kali und Natron

ist die Anwendung des überchlorsauren Baryts gleichfalls vorgezeichnet.

Da es bequemer ist, nicht an eine gerade genaue Zersetzung gebunden zu seyn, so fügt man das Barytsalz in Ueberschufs hinzu. Das überchlorsaure Kali wird wie vorhin durch Alkohol abgeschieden. Die alkoholische Lösung, welche das überchlorsaure Natron und den Ueberschufs des überchlorsauren Baryts enthält, wird zur Trockne verdampft, der Rückstand in Wasser gelöst, und der Baryt durch Schwefelsäure gefällt. In der filtrirten Flüssigkeit bleibt das schwefelsaure Natron, welches man durch Glühen von dem etwaigen Ueberschufs von Schwefelsäure befreien kann.

Aus dem Obigen sieht man:

1) Dafs die Ueberchlorsäure, was man schon ungefähr wufste, mit Kali ein sehr wenig lösliches Salz bildet, das, bei der Temperatur $+ 15^{\circ}$ C., das 65fache seines Gewichts Wasser zur Lösung erfordert.

2) Dafs das Natron mit dieser Säure ein sehr zerfliefsliches, folglich in Wasser sehr lösliches Salz bildet das selbst im stärksten Alkohol löslich ist.

3) Dafs die so entgegengesetzten und bestimmten Eigenschaften beider Alkalien ein Mittel liefern, sie von einander zu trennen, da das Natron, mit der Ueberchlorsäure verbunden, ein im starken Alkohol sehr lösliches, das Kali aber ein in dieser Flüssigkeit durchaus unlösliches Salz giebt.

4) Dafs man, in demselben Versuch, jegliche Säure, die mit dem Kali verbunden ist, von diesem abscheiden und durch die Ueberchlorsäure frei machen kann.

5) Dafs bei einem Gemenge von Chlornatrium und Chlorkalium das überchlorsaure Silberoxyd, und bei einem Gemenge von schwefelsaurem Natron und Kali der überchlorsaure Baryt, durch Vermittelung von Alkohol, die Trennung jener beiden Alkalien ungemein leicht und vollständig bewirkt.

Ueberchlorsaure Salze.

Kalisalz. Löslich in dem 65fachen seines Gewichts Wasser von 15° C.; unlöslich in Alkohol. Seine bereits bekannte Zusammensetzung ist:

1 Atom Kali	34,275
1 Atom Ueberchlorsäure	65,725
	100,000.

Man wird bemerken, dafs die Löslichkeit des überchlorsauren Kali's wenig von der des sauren weinsauren abweicht, da dieses sich bei gewöhnlicher Temperatur in dem 60fachen seines Gewichts Wasser löst. Jedoch ist dieser Unterschied hinreichend, um in einer gesättigten kalten und filtrirten Lösung vom sauren weinsauren Kali durch Zusatz einiger Tropfen Ueberchlorsäure einen geringen Niederschlag von überchlorsaurem Kali zu bekommen. Diefs scheint mir, irre ich nicht, zu bestätigen, dafs das überchlorsaure Kali mehr als das 60fache seines Gewichts an Wasser zu seiner Lösung bedarf.

Wenn man übrigens saures weinsaures Kali in Wasser einrührt, und Ueberchlorsäure in hinlänglicher Menge hinzusetzt, bildet sich überchlorsaures Kali, welches man durch Waschen mit Alkohol von der frei gewordenen Weinsäure abscheiden kann.

Setzt man ferner zu einem Gemenge von Ueberchlorsäure und Weinsäure Kali, gerade so viel, oder besser noch weniger, als zur Sättigung der ersteren Säure erforderlich ist, so erhält man nur überchlorsaures Kali, und Weinsäure, nebst einem mehr oder weniger grofsen Ueberschufs von Ueberchlorsäure, bleiben in Lösung. Durch Alkohol läfst sich gleichfalls das Salz von beiden Säuren trennen.

Natronsalz. Zerfliefslich, sehr löslich im stärksten Alkohol; in diesem gelöst, und auf einem warmen Ofen stehen gelassen, trocknet es zu durchsichtigen Lamellen ein.

Barytsalz. Zerfliefslich an der Luft, sehr löslich in

Wasser und Alkohol. Seine Lösung an trockne Luft oder auf einen warmen Ofen gestellt, krystallisirt in langen Prismen. Papier, das mit dieser Lösung getränkt worden, brennt mit schön grüner Flamme. Es besteht aus:

1 At. Baryt	45,577	1 At. Sauerstoff	4,762
		1 At. Baryt	40,815
1 At. Ueberchlorsäure	54,423	7 At. Sauerstoff	33,340
		2 At. Chlor	21,083

2 Decigrm. möglichst getrockneten Salzes hinterließen, beim Glühen in einer Röhre, 1,2 Decigrammen statt 1,23796 Decigrm., die man hätte erhalten müssen, weil 7 At. Sauerstoff der Säure und 1 At. Sauerstoff des Baryts einen Verlust von 38,102 auf 100 geben. Dieser Unterschied muſs von der Schwierigkeit der vollkommenen Austrocknung des überchlorsauren Baryts herrühren.

Strontiansalz. Zur Syrupsconsistenz abgedampft, gesteht die Lösung beim Erkalten zu einer krystallinisch aussehenden Masse, welche aber, selbst auf einem Ofen, bald Feuchtigkeit aus der Luft anzieht und flüssig wird; es ist also sehr zerflieſsig; es löst sich auch in Alkohol. Es brennt mit schöner Purpurfarbe.

Kalksalz. Dem Strontiansalz ähnlich. Zur Syrupsconsistenz verdampft, erstarrt die Lösung beim Erkalten, wird aber bald, selbst auf einem Ofen, wieder flüssig. Löslich in Alkohol; brennt mit röthlicher Flamme.

Magnesiasalz. Zerflieſslich; in Alkohol löslich; in langen Prismen krystallisirend.

Thonerdesalz. Röthet Lackmus, wie viel Thonerde-Gallerte auch in Ueberschuſs bei seiner Bereitung angewandt worden ist. Nicht krystallisirend; zerflieſslich; löslich in Alkohol.

Lithionsalz. Wie die vorhergehenden Salze direct aus der Basis und Ueberchlorsäure zu bereiten. Um das dem Lithion etwa beigemengte Kali abzuscheiden, behandelt man die trockne Salzmasse mit Alkohol, welche das

überchlorsaure Lithion löst, das überchlorsaure Kali aber zurückläſst. Man filtrirt die Lösung, und läſst sie auf einem Ofen abdampfen. Das Salz krystallisirt dann vollkommen in langen durchsichtigen Nadeln, die zerflieſslich und in Alkohol löslich sind *).

Ammoniaksalz. Neutral, beim Abdampfen, wie meistens die Ammoniaksalze, sauer werdend. Krystallisirt in sehr schönen, durchsichtigen, rechtwinkligen Prismen, mit zweiflächigen Enden. Löslich in dem 5fachen Gewicht Wassers, etwas in Alkohol.

Wenn man in eine concentrirte wäſsrige Auflösung dieses Salzes concentrirte Ueberchlorsäure schüttet, so erhält man sogleich einen Niederschlag, den man für ein saures überchlorsaures Ammoniak halten könnte, der aber neutral ist. Die Säure nämlich hat sich eines Theils des Wassers bemächtigt und das darin gelöste neutrale Ammoniaksalz gefällt.

Zinkoxydsalz. Erhalten durch Doppelzersetzung von schwefelsaurem Zink und überchlorsaurem Baryt. Prismatische Krystalle in Büscheln verwachsen; zerflieſslich, löslich in Alkohol.

Cadmiumoxydsalz. Aus Ueberchlorsäure und Cadmiumoxyd, das aus der Lösung in Salpetersäure durch Kali gefällt worden. Auf einem Ofen verdampft, trocknet es zu einer krystallinischen, durchsichtigen Masse ein. Zerflieſslich; löslich in Alkohol.

Manganoxydulsalz. Ueberchlorsäure wirkt nicht auf Manganhyperoxyd. Das überchlorsaure Manganoxydul erhält man durch Doppelsersetzung, indem man eine Lösung von überchlorsaurem Baryt in eine Lösung von schwefelsaurem Manganoxydul schüttet, bis die Flüssigkeit weder von schwefelsaurem Manganoxydul, noch von überchlorsaurem Baryt mehr gefällt wird. Die Flüssigkeit auf einem Ofen eingedampft, krystallisirt in langen Nadeln,

*) Die Ueberchlorsäure lieferte also auch ein Mittel zur Trennung des Kali's vom Lithion. *P.*

e sehr zerfliefslich und im stärksten Alkohol löslich
ıd.

Eisenoxydulsalz. Aus überchlorsaurem Baryt und
hwefelsaurem Eisenoxydul. Krystallisirt in langen farb-
sen Nadeln, welche sich an der Luft sehr lange unver-
dert halten, endlich aber eine ähnliche Veränderung
e das schwefelsaure Eisenoxydul erfahren. Beim Ein-
mpfen verwandelt es sich zum Theil in überchlorsaures
senoxyd, unter Absetzung von etwas Eisenoxyd. Es
rüht kaum auf glühenden Kohlen.

Kupferoxydsalz. Aus Kupferoxyd und Ueberchlor-
ıre, zusammen erhitzt. Auf einem Ofen stehen gelas-
ı, giebt es blaue, ziemlich grofse Krystalle, ohne recht
stimmte Form. Lackmuspapier röthend; zerfliefslich,
Alkohol löslich. Papier, mit seiner Auflösung getränkt,
trocknet und auf glühende Kohlen gebracht, sprüht Fun-
n von sehr schönem Blau; mit Flamme verbrannt, färbt
diese grün.

Bleioxydsalz. Durch Erhitzen von Bleioxyd mit
rdünnter Ueberchlorsäure. Krystallisirt in kleinen zu-
nmengewachsenen Prismen. Löslich in einer seinem
wicht fast gleichen Menge Wasser; nicht zerfliefslich,
ıwach süfs und sehr herbe schmeckend, unvergleichlich
sammenziehender als das essigsaure Bleioxyd.

Quecksilberoxydulsalz. Schwarzes Quecksilberoxy-
l frisch durch Kali gefällt und gewaschen, löst sich
cht in Ueberchlorsäure. Beim Abdampfen erhält man
ine Massen prismatischer Krystalle, die von einem
nkte auslaufen. Nicht zerfliefslich und von Ammoniak
ıwarz gefällt.

Quecksilberoxydsalz. Durch Erhitzen von Queck-
beroxyd mit Ueberchlorsäure; röthet Lackmus, wieviel
yd auch im Ueberschufs angewandt. Die filtrirte Flüs-
keit stark eingedampft, und auf einen Ofen, dessen
mperatur 25° C., gestellt, giebt sehr deutliche, durch-
htige, farblose Krystalle, zuweilen als tafelförmige, ge-

rade Prismen, zuweilen, was wahrscheinlich vom Concentrationsgrad abhängt, als lange, verworrene Prismen; beide sind aber nicht von langer Dauer. An der Luft, auf dem Ofen, zerfliefsen sie. Es wird von Kali ziegelroth, von Ammoniak weifs gefällt. In Alkohol bildet es einen weifsen flockigen Niederschlag, welcher beim Zusammensinken röthlich wird; er besteht aus Quecksilberoxyd. Die Flüssigkeit, filtrirt und eingedampft, wird von Kali röthlich schwarz, und von Ammoniak schwärzlich weifs gefällt; diefs deutet auf ein Gemenge von Oxydul und Oxyd. Wirklich giebt auch die Lösung, beim Verdampfen auf einem Ofen, inmitten einer unkrystallisirbaren Flüssigkeit, Gruppen von kleinen zarten Nadeln, die auf Kohlen Funken sprühen, und vom Ammoniak schwarz gefällt werden.

Da die Krystalle des überchlorsauren Quecksilberoxyds an der Luft nur ein sehr vergängliches Daseyn besitzen, so würde man sie wahrscheinlich aufbewahren können, wenn man die heifse und zweckmäfsig eingedampfte Lösung in ein Fläschchen schüttete, und diese sogleich nach Bildung der Krystalle sorgfältig verschlösse.

Silberoxydsalz. Aus Silberoxyd und Ueberchlorsäure. Seine Lösung bräunt sich am Lichte. Krystallisirte nicht auf dem Ofen. Als trocknes Pulver, das weifs ist, der Luft ausgesetzt, zieht es schnell Feuchtigkeit an. Löslich in starkem Alkohol. Im trocknen Zustande stark in einer Röhre erhitzt, schmilzt es, wobei ein geringer Theil in Chlorsilber verwandelt wird, und beim Erkalten gesteht es. Unterhalb der Rothglühhitze zersetzt es sich plötzlich. Papier, mit seiner Lösung getränkt, und darauf in gelinder Wärme getrocknet, detonirt heftig, wenn man die Temperatur bis 195 oder 200° C. steigert. Diefs läfst sich am besten ermitteln, wenn man Papierscheibchen, die mit der Lösung getränkt sind, auf Quecksilber, in dem ein Thermometer steht, allmälig erwärmt.

Alle überchlorsauren Salze sprühen mehr oder weni-

ger heftig auf glühenden Kohlen; sie sind meist von prismatischer Krystallform. Unter allen hier beschriebenen sind nur das Kali-, Bleioxyd-, Quecksilberoxydul- und Ammoniaksalz nicht zerfliefslich. Um die zerfliefslichen leicht krystallisirt zu erhalten, mufs man sie trocknen, in starkem Alkohol lösen, und, nach der Filtration, auf einen Ofen stellen.

Eins der Kennzeichen, welche die chlorsauren von den überchlorsauren Salzen unterscheiden, ist bekanntlich das, dafs die ersteren durch die Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure dunkelgelb werden, wahrend die überchlorsauren Salze dabei farblos bleiben.

XI. *Umwandlung des chlorsauren Kali's in überchlorsaures, durch Wirkung der Wärme; neues Mittel zur Darstellung der Ueberchlorsäure;*

von Hrn. Serullas.

(*Annal. de chim. et de phys. T. XLVI. p.* 323.)

In den Lehrbüchern, wo von den Eigenschaften des chlorsauren Kali's die Rede ist, heifst es: *Es schmilzt bei* 300 *oder* 400° *C., bringt man die Temperatur auf die Rothglühhitze, so entweicht aller Sauerstoff, und es bleibt nur Chlorkalium zurück.*

Erwägt man aber, dafs überchlorsaures Kali durch Wirkung der Schwefelsäure auf das chlorsaure Kali entsteht (*Stadion*), und dafs concentrirte Chlorsäure durch blofses Sieden in Ueberchlorsäure verwandelt wird (Serullas), so sieht man, dafs die Erscheinungen, zu denen die Wirkung Anlafs giebt, in beiden Fällen dieselben sind. Im ersten Fall: Entwicklung von Chloroxyd; im letzteren: Entwicklung von Chlor und Sauerstoff; und

in beiden: Uebertragung einer Portion Sauerstoff auf den nicht zersetzten Theil der Chlorsäure.

Diese Aehnlichkeit der Erscheinungen, welche bei Bildung des überchlorsauren Kali's und der Ueberchlorsäure auftreten, hat mich auf den Gedanken gebracht, daſs die bloſse Wirkung der bis zu einem gewissen Grade erhöhten Temperatur, das chlorsaure Kali auf eine ähnliche Weise verändern, d. h. durch Verpflanzung eines Theils des Sauerstoffs auf das unzersetzte chlorsaure Kali in überchlorsaures verwandeln würde.

Schon seit langer Zeit hatte ich die Beobachtung gemacht, daſs wenn ich chlorsaures Kali durch Erhitzung unvollständig zersetzte, ein salinischer, wenig löslicher Rückstand blieb, der selbst mit warmem Wasser schwer aus den Röhren, die zu dem Versuche gedient hatten, zu entfernen war. Ich schrieb diese Schwerlöslichkeit, wiewohl sie mir auffallend war, der Cohäsion zu, die das, meiner Meinung nach, sonst unveränderte chlorsaure Kali durch das Feuer erhalten hätte. Ich war um so weniger geneigt, eine andere Ursache davon aufzusuchen, als es mir nicht wahrscheinlich schien, daſs bei der langen Zeit, seitdem man chlorsaures Kali durch Erhitzung zersetzt, die früheren Chemiker versäumt haben sollten, sich von der Richtigkeit ihrer Angabe, daſs bei dieser Zersetzung zuletzt nur Chlorkalium zurückbleibe, durch eine Untersuchung der im Laufe dieser Operation etwa eintretenden Veränderungen zu überzeugen. Ich selbst war bei meinen letzten Untersuchungen über diese Säure hiebei stehen geblieben. Als ich mir diese abweichenden Thatsachen deutlicher machte, bot sich mir folgender Vergleich zwischen den drei Umständen dar.

1) Behandlung des chlorsauren Kali's mit Schwefelsäure in niederer Temperatur: Entwicklung von Chlor und Sauerstoff, in Gestalt von Chloroxyd; Bildung von überchlorsaurem Kali.

2) Sieden der concentrirten Chlorsäure: Entwick-

ung von Chlor und Sauerstoff in unverbundenem Zustande (welcher Unterschied sich durch die Temperaturerhöhung erklärt); Erzeugung von Ueberchlorsäure.

3) Bloſse Erhitzung des chlorsauren Kali's: Entwicklung nur von Sauerstoff, da das Chlor von dem Kaium zurückgehalten wird; Bildung von überchlorsaurem Kali.

Wenn man chlorsaures Kali in einer Glasröhre oder einem Porcellantiegel erhitzt, schmilzt es, wie man weiſs, siedet, und entwickelt Sauerstoff. Ist die Hitze mäſsig, so verdickt sich die Masse bei fortgesetztem Sieden nach einiger Zeit, und es tritt ein Zeitpunkt ein, wo die Sauerstoffentwicklung nur bei weiterer Erhöhung der Temperatur vor sich geht. Unterbricht man nun die Operation, löst den Rückstand in heiſsem Wasser auf, und filtrirt die etwas verdünnte Flüssigkeit, so erhält man beim Erkalten eine groſse Menge überchlorsauren Kali's in kleinen glänzenden Krystallen. Von 40 Grm. chlorsauren Kali's erhielt ich auf diese Weise 17,5 Grm. überchlorsauren Kali's. Dieſs Verhältniſs fällt ohne Zweifel nach dem Grade der Zersetzung verschieden aus; allein bei Befolgung der weiterhin gegebenen Vorschrift muſs man es ungemein nahe erreichen, und ich glaube, daſs man wenigstens immer die Hälfte des chlorsauren Kali's von überchlorsaurem erhalten wird, weil in den 17,5 Grm. die Menge nicht mit einbegriffen ist, welche in der Flüssigkeit gelöst geblieben ist. Diese Flüssigkeit betrug hier 300 Grm., welche etwa 5 Grm. überchlorsauren Kali geben würde, oder etwas weniger, da wegen der Gegenwart des Chlorkaliums, die Lösefähigkeit des Wassers etwas verringert worden seyn muſs.

Chlor und Sauerstoff, die bei der Umwandlung der Chlorsäure in Ueberchlorsäure entwickelt werden, stehen in dem Verhältniſs wie beim Chloroxyd. Dieſs scheint für die Zusammensetzung der Ueberchlorsäure zu sprechen, welche, wenn kein Sauerstoff überflüssig verloren

ging, aus 1 At. Chlor und 7 Atomen Sauerstoff bestehen würde, statt der 2 At. Chlor und 7 At. Sauerstoff, die man bisher gefunden hat*).

Stadion setzt den Punkt, bei welchem die Zersetzung des überchlorsauren Kali's anfängt, auf 200°; diefs ist ein Irrthum, den die späteren Autoren wiederholt haben. Ich habe diefs Salz noch nicht beim Siedepunkt des Quecksilbers, also bei 350 oder 360° C. zersetzen können; es ist dazu eine Temperatur über 400° erforderlich. Nachstehender Versuch hat mich zu dieser Folgerung geführt.

Zwei Röhren, die eine mit 1 Grm. überchlorsauren Kali's, die andere mit 1 Grm chlorsauren Kali's (das sich ebenfalls nicht beim Siedepunkt des Quecksilbers zersetzt), wurden in ein und dasselbe Bad von einer leichtflüssigen Legirung gestellt. Bei allmähliger Erhitzung zersetzte sich das chlorsaure Kali zuerst, und die Zersetzung des überchlorsauren fing erst drei Minuten später an. Da das Feuer ziemlich stark war, so habe ich Ursache zu glauben, dafs der Unterschied zwischen den Punkten der Zersetzung des chlorsauren und überchlorsauren Kali's noch gröfser ist.

Ich hatte nicht Gelegenheit die Temperatur des Metallbades mit einem Luftthermometer zu messen; allein dennoch ist dieser Versuch hinreichend zu zeigen, dafs man das chlorsaure Kali durch Schmelzen und Sieden leicht in überchlorsaures Kali verwandeln, und bei dem Punkt einhalten kann, wo die Hitze anfängt das letztere Salz zu zersetzen.

Man versichert sich des Zeitpunkts, wo das chlorsaure

*) Bevor die Menge des entweichenden Sauerstoffs und Chlors nicht bestimmt ist, scheint mir dieser Ausspruch sehr unbegründet. Die bisher als richtig angenommene Zusammensetzung der Ueberchlorsäure, ist sehr wohl vereinbar mit der Annahme, dafs Sauerstoff und Chlor im Verhältnifs als Chloroxyd (d. h. als chlorige Säure $= Cl^2 O^3$) entweichen; denn $2 Cl^2 O^5 = Cl^2 O^3 + Cl^2 O^7$. *P.*

aure Kali sämmtlich in überchlorsaures verwandelt ist, ladurch, dafs man gegen das Ende von Zeit zu Zeit einen Metallstab, z. B. einen Platinspatel, in die schmelzende Masse steckt, und damit eine kleine Portion herausnimmt. Bleibt sie, nachdem man sie gepülvert und mit einigen Tropfen concentrirter Chlorwasserstoffsäure übergossen hat, nicht farblos, sondern wird gelb, so kann man aus der Tiefe der Farbe auf den mehr oder weniger beträchtlichen Antheil des darin zurückgebliebenen chlorsauren Kali's schliefsen. Es ist also mit ein wenig Achtsamkeit sehr leicht, den zweckmäfsigen Punkt zu treffen.

Ist aber die Masse etwas beträchltlich, so kann diese Probe nur als annähernde Anzeige dienen. Man mufs dann nicht so lange warten, bis die Chlorwasserstoffsäure die Probe gar nicht mehr gelb färbt, weil man sonst, wegen Ungleichheit der Hitze in der teigigen Masse, zu befürchten hat, bei fortgesetzter Heizung, einen grofsen Theil des gebildeten überchlorsauren Kali's zu zersetzen. Es ist dann besser, etwas früher einzuhalten, und das überchlorsaure Kali durch Krystallisiren von dem nicht zersetzten chlorsauren Kali und dem Chlorkalium zu trennen.

Die Ueberchlorsäure, gleichwie ihre Verbindungen mit Silberoxyd und Baryt, wird sicher eine häufige Anwendung finden, theils zur Trennung des Kali's vom Natron, wie ich gezeigt, theils zur Scheidung anderer Substanzen. Ich halte es daher für nützlich, alle die Mittel bekannt zu machen, durch welche sich die Chemiker diese ehedem so seltene Säure in Menge verschaffen können, damit sie darunter wählen können, welche ihnen nach den Umständen als die ausführbarste erscheint.

Da das überchlorsaure Kali jetzt leicht durch Erhitzung des chlorsauren Kali darzustellen ist, so kann es sehr gut zur Bereitung der Ueberchlorsäure dienen. In 100 Th. enthält das überchlorsaure Kali 65,725 wirklicher Säure.

Man braucht nur, wie ich es mit Erfolg gethan, über-

chlorsaures Kali mit kieselhaltiger Flufssäure zu sieden, stark einzudampfen, und nach möglichst gutem Erkalten die Gallerte von kieselflufssaurem Kali abzufiltriren, dann die Flüssigkeit bis zu einem gewissen Punkt einzudampfen, erkalten lassen und auf's Neue filtriren. Nach weiterer Eindampfung in einer Schale, destillirt man sie endlich in einer kleinen Retorte, wie ich es schon bei dem andern Verfahren angegeben habe *).

XII. *Ueber den Cassius'schen Goldpurpur; von J. J. Berzelius.*

(Aus dessen Jahresbericht. Jahrg. No. 11. p. 120.)

Eine Goldverbindung, welche bisher noch alle Bemühungen, ihre Zusammensetzung genau zu erkennen, vereitelt hat, ist der Goldpurpur. Er ist im vorigen Jahre der Gegenstand einer Untersuchung von Buisson **) gewesen, sowohl in Betreff seiner Bereitung als seiner Zusammensetzung. Nach diesem, soll man zu der Bereitung dieses Präparats 7 Theile Gold in Königswasser lösen, und die überschüssige Säure möglichst fortrauchen; ferner 2 Theile Zinn in neutrales Chlorid, und 1 Theil Zinn durch Auflösung in Salzsäure in neutrales Chlorür verwandeln; endlich das Goldsalz in $1\frac{1}{3}$ schwed. Kannen reinen Wassers auflösen, wohl mit dem Zinnchlorid vermischen, und nun unter Umrühren das Chlorür in kleinen Portionen nach und nach hinzusetzen. Buisson behauptet, dafs man nie einen schönen Purpur bekomme, wenn man nicht viel Zinnchlorid in der Lösung habe. Bei der Analyse fand Buisson den Goldpurpur zusammengesetzt aus: 28,5 Gold, 65,9 Zinnoxyd und 5,2 Chlor, wobei ein Verlust von 0,4.

*) Man sehe den vorhergehenden Band dieser Annalen, S. 164. *P.*

**) *Journ. de Pharmacie*, *XVI*. p. 629.

Obgleich diese Analyse hinsichtlich des Gold- und Zinnoxyd-Gehalts beinahe übereinstimmt mit dem Resultate meiner Analyse *), so ist sie doch bestimmt darin fehlerhaft, dafs sie kein Wasser angiebt, und das Chlor als einen wesentlichen Bestandtheil aufführt. Ueberdiefs ist es eine Unrichtigkeit, dafs das Zinn darin als ein Maximum der Oxydation angegeben ist, weil das Chlor mit dem Zinn und nicht mit Zinnoxyd vereinigt seyn müfste.

Die Gegenwart des Wassers ist so wesentlich für die Farbe dieser Verbindung, dafs sie, wenn dieses ausgetrieben worden, ziegelroth ist, wie ein fein zertheiltes Gemenge von Gold und einem weifsen Pulver. Bei meiner Analyse bestimmte ich den Wassergehalt durch Glühen des Purpurs in einer Retorte, wobei entweder Salzsäure oder Zinnchlorid hätte erhalten werden müssen, wenn das letztere ein Bestandtheil der Verbindung gewesen wäre.

Buisson sieht diese Verbindung nur als ein Gemenge von äufserst fein zertheiltem Golde mit Zinnoxyd an. Dieser Meinung sind gewifs Viele. Robiquet hat indefs zu zeigen gesucht**), dafs diese Ansicht nicht richtig seyn könne, weil die rothe Farbe, welche das Goldchlorür mit organischen Stoffen giebt, ganz von gleicher Art mit der des Purpurs sey, ohne dafs man doch hier ein reducirtes Metall bemerken könne.

In einem späteren Zusatz hat Buisson diesen Einwurf von Robiquet widerlegt ***), und dabei zwei eigene Versuche angestellt, welche beweisen sollen, dafs das Gold metallisch im Purpur enthalten sey. Der eine dieser Versuche ist, dafs Quecksilber, wenn man es bei 100 bis 150° C. mit dem Purpur zusammenreibt, diesen entfärbt und Gold daraus aufnimmt. Diefs beweist aber

*) *Kongl. Vetensk. Acad. Handl.* 1813. *p.* 191. — Meine Analyse gab 28 Gold, 64 Zinn, 7,6 Wasser und 0,4 Verlust.

**) *Journ. de Pharmacie XVI.* 693.

***) *Journ. de Pharmacie XVI.* 756.

nichts, denn es geschieht auch mit Goldoxyd, da dieses vom Quecksilber reducirt werden würde. Der andere ist: dafs Goldchlorid, auf Oxalsäure getröpfelt, purpurfarben werde, da doch bekanntlich diese Säure das Chlorid reducirt.

Dieser Versuch wäre besonders entscheidend, weil dabei das Gold nur in Metallform abgesetzt werden könnte. Ich habe den Versuch mit saurem und neutralem Goldchlorid, so wie Chlorgoldkalium angestellt, indefs ohne allen Erfolg. Es zeigte sich dabei keine Purpurfarbe, wie gut auch die Masse zusammengerieben war, ehe Wasser zugesetzt wurde, und wie viel Oxalsäure ich auch im Ueberschufs genommen haben mochte.

Der stärkste Einwand gegen die Annahme, dafs der Purpur metallisches Gold enthalte, besteht meines Bedünkens darin, dafs er mit Beibehaltung seiner Farbe löslich ist im kaustischen Ammoniak, so wie auch, dafs seine Farbe mit Fortgang des Wassers verschwindet, und in die übergeht, welche dem fein zertheilten reducirten Golde angehört.

XIII. *Ueber die Zersetzung der Salze der Pflanzenbasen, mittelst der Volta'schen Säule; von W. G. Brande.*

(*Journ. of the Royal Institut. No. II. p.* 250.)

Es ist mir nicht bekannt, dafs Versuche beschrieben worden sind, über die Erscheinungen, welche die Salze der Pflanzenbasen zeigen, wenn sie der Wirkung Volta'scher Elektricität unterworfen werden; wiewohl sie unter diesen Umständen gleiche Erscheinungen wie die gewöhnlichen Salze zeigen, und die Analogie zwischen beiden Klassen von Verbindungen dadurch erhöht wird.

Kurz nachdem man entdeckt hatte, das Morphin rein darzustellen, äufserte Sir Humphry Davy, wie ich mich

erinnere, es sey möglich, daſs es, beim Elektrisiren in Berührung mit Quecksilber, ähnliche Resultate gebe, wie die, welche Berzelius beim Ammoniak entdeckt hat. Er glaubte, daſs die Elemente des Morphins, bei ihrer Ausscheidung durch die elektrische Zersetzung, ein ähnliches Quecksilberamalgam geben könnten, und daſs dieſs einiges Licht auf die entsprechenden ammoniakalischen Verbindungen werfen möchte. Er machte, wie ich glaube, ein Paar Versuche über diesen Gegenstand, allein die Resultate entsprachen nicht seinen Erwartungen, und wurden, so viel ich weiſs, nirgends bekannt gemacht.

Seit jener Zeit hat der Gegenstand ein erhöhtes Interesse dadurch bekommen, daſs mehrere andere Körper aus dieser Klasse entdeckt wurden, wie besonders das Chinin und Cinchonin, Substanzen, die durch ihre medicinischen Anwendungen so allgemein bekannt geworden sind.

Ich wiederholte den Versuch, indem ich angefeuchtetes Morphin mit einem Tropfen Quecksilber, der negativ in Berührung mit demselben wurde, anfangs durch eine schwache, und späterhin durch eine kräftigere Volta'sche Säule elektrisirte. Das Morphin war, wie ich zu glauben Ursach hatte, vollkommen rein; allein obgleich der Prozeſs hinlänglich lange fortgesetzt wurde, einmal länger als 20 Minuten, so bemerkte ich doch keine Veränderung in der Fluidität des Quecksilbers, und eben so wenig zeigte es irgend eine Wirkung auf Wasser, in welches es gebracht wurde, noch irgend ein Zeichen, daſs es mit einer fremden metallischen Substanz verbunden gewesen sey.

Gepülverte Krystalle von reinem Cinchonin, die befeuchtet auf gleiche Weise der Wirkung des negativ elektrisirten Quecksilbers unterworfen wurden, blieben ebenfalls unthätig, und zeigten nichts, woraus man schlieſsen könnte, daſs sie dem Quecksilber etwas Metallisches mitgetheilt hätten.

Als aber Chinin, angefeuchtet und auf eine positive Scheibe von Platin gelegt, auf eine ähnliche Weise in Berührung mit Quecksilber elektrisirt wurde, waren nach wenigen Minuten die Erscheinungen ganz anders wie beim Morphin und Cinchonin. Das Metall überzog sich mit einer Haut, und nach einiger Zeit hatte es sichtlich an Fluidität verloren, und bekam eine fast butterartige Consistenz. Wenn es in ein hohes Glas mit destillirtem Wasser geschüttet wurde, war auf seiner Oberfläche eine eigenthümliche Bewegung zu sehen, und zuletzt wurden kleine Gasblasen entwickelt, worauf es denn, jedoch langsam, sein gewöhnliches Ansehen annahm.

Dieser Versuch brachte mich zuerst auf die Vermuthung, dafs das Chinin eine Art Metallisirung erlitten habe, allein ich konnte mich nicht überzeugen, dafs es durch das Wasser wieder regenerirt wurde, noch konnte ich bei längerer Fortsetzung des Versuchs eine gröfsere Wirkung, wie in den ersten 5 oder 10 Minuten, hervorbringen. Bekannt mit dem Einflufs, den sehr kleine Mengen fremder Stoffe, besonders von fixen Alkalien, oder Kalk auf die Hervorbringung solcher Erscheinungen haben, und mich vorzüglich der sonderbaren Resultate von Hrn. Herschel's Versuchen über diesen Gegenstand erinnernd, hielt ich es für nöthig, mich von der absoluten Reinheit des angewandten Chinins zu überzeugen. Deshalb untersuchte ich es in dieser Beziehung. Ich fand es vollkommen löslich in starkem Alkohol. In Salzsäure gelöst, zeigte es durch die gewöhnlichen Reagenzien keine Spur von Kalk; allein, als eine Portion davon in einem Platintiegel verbrannt, und die Asche in Salzsäure gelöst wurde, liefsen sich in dieser Lösung leicht Spuren von Kalk entdecken. Ich behandelte das angewandte Morphin und Cinchonin auf gleiche Weise, konnte aber in demselben weder Spuren von fixen Alkalien, noch von Kalk entdecken. Ich bin daher veranlafst, alle Erscheinungen, welche das Chinin zeigte, dem hartnäckigen An-

hängen einer sehr kleinen Menge von Kalk zuzuschreiben, von dem ich es noch nicht gänzlich habe befreien können.

Die Zersetzung der Salze der Pflanzenbasen auf elektro-chemischem Wege ist wegen der Schwerlöslichkeit dieser Basen sehr charakteristisch. Wenn z. B. eine Lösung von schwefelsaurem Morphin zwischen zwei Platinplatten in den Kreis der Volta'schen Säule gebracht wird, so wird die negative Platte, wenn die Lösung stark ist, sogleich mit einer weifsen Kruste von Morphin überzogen, welche allmälig in Schuppen abfällt. Ist die Lösung verdünnter, so fällt das Morphin in Gestalt weifser Wolken vom negativen Leiter ab.

Fast eben so sind die Erscheinungen bei Lösungen von schwefelsaurem Cinchonin und Chinin.

In der Voraussetzung, es möchten sich entscheidendere Resultate als die obigen ergeben, wenn man Quecksilber in Berührung mit löslichen Salzen von Morphin, Cinchonin und Chinin negativ elektrisire, wurde der Versuch mit den schwefelsauren Salzen dieser Basen angestellt; allein auch hier war keine Metallisirung zu bemerken, sobald die Salze rein waren. Beimengung eines Alkali's, auch eine noch so geringe, gab dieselben zweifelhaften Erscheinungen, wie vorhin das Chinin, welches etwas Kalk enthielt.

Die Erscheinungen, welche diese Salze bei ihrer Zersetzung durch die Säule darboten, führten zu der Frage, in wie weit diese Basen wohl in Aufgüssen von Opium und Chinarinde zu entdecken seyn möchten, allein, wenn diese Aufgüsse auf die gewöhnliche Weise behandelt werden, scheidet sich nichts von den Pflanzenbasen mit Deutlichkeit ab, wahrscheinlich wegen der vielen anderen Stoffe, die zugegen sind. Auch das Strychnin war auf diese Weise nicht aus einem Aufgufs von Krähenaugen abzuscheiden.

XIV. *Auszug aus dem Programm der holländischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Harlem.*

(Schlufs.)

XI. »Quelle est dans les *Pays-Bas* la position »Géologique relative des couches de débris végetaux de »différentes espèces, tant de celles, qui forment dans plu»sieurs Provinces les différentes tourbières, que de cel»les, que l'on observe sur les rivages, et que l'on nomme »*des bancs de darry?* Quels sont les restes organiques, »dont leurs masses sont composées, et quels sont ceux, »qu'elles renferment? La position elle même, ou la na»ture des tourbes, comparée à la position, ou bien les »restes organiques qu'elles contiennent, peuvent ils con»duire à nous faire connaître l'époque Géologique, à la »quelle la déposition de ces matières végétales appar»tient?«

XII. »Jusqu'à quel point est-on actuellement avancé »dans la connaissance de la circulation de la sève dans »les cellules du tissu celluleux, découverte depuis peu »d'années dans quelques plantes? Quelles sont les plan»tes dans les quelles on pent voir distinctement cette cir»culation par le moyen d'un des meilleurs microscopes, »et qu'est-ce qu'on a observé, jusqu'ici à cet égard? Jus»qu'à quel point peut-on considerer cette circulation dans »les cellules comme bien prouvée dans quelques plan»tes? Y-a-'t-il quelque chose à observer à l'égard de »cette circulation dans les cellules qui conduise à sup»poser à quelle cause elle pourra être attribuée?«

On désire qu'on ajoute à la réponse une histoire de la découverte et de sa confirmation.

La Société répéte les vingt un questions proposées dans les années précédentes, pour y répondre

Avant le premier Janvier 1832.

I. L'examen chimique des substances animales et végétales ne devant plus se borner à extraire les principes immédiats de ces substances, comme c'étoit le cas il il y a peu d'années, puisqu'on a déjà pu examiner, suivant la methode d'analyse chimique inventée par Thenard, Gay-Lussac et Berzelius, dans quelle proportion les principes simples se trouvent réunis dans ces substances, on désire »un mémoire dans le quel sera ex»posé. 1) Quelle méthode d'analyser les susdites sub»stances dans ses premiers principes est actuellement prou»vée la meilleure par des expériences réiterées de plu»sieurs chimistes? 2) De quelles substances organisées »connoit-on déjà avec certitude, par des expériences bien »constatées, la proportion de leurs premiers principes? »3) Quel avantage cette nouvelle méthode d'analyser les »substances susdites porroit-elle procurer pour le progrès »de la science, ou qu'est-ce qu'on pourra attendre à l'a»venir?«

II. Mr. Thenard ayant trouvé le moyen de combiner l'eau avec de grandes quantités d'oxygène, et le liquide, qu'on a obtenu, possédant des propriétés très-particulières, qui sont encore en grande partie inexplicables, on désire »un mémoire, dans le quel, après un examen »réitéré et soigneux, les proprietés de ce liquide soient »justement décrites, et qu'on en donne une explication »prouvée par des expériences, et dans le quel on exa»mine ensuite, à quelles applications utiles ce liquide »pourroit probablement être employé, soit dans la mé»decine ou à quels autres buts?«

III. Comme plusieurs espèces de Mollusques, surtout ceux, qui se trouvent dans la mer, sont fréquemment employés chez différentes nations, et comme, suivant les rélations qu'on en trouve, on en prépare des nourritures saines et même délicieuses, tandisque des mollusques, qui habitent la mer voisine de nos côtes, on n'a

fait usage que des huitres, des moules et de limaçons de mer, on demande. »Quels autres mollusques, qui ne se »trouvent pas très eloignés de nos côtes, peut-on esti- »mer avec raison être bons à la nourriture, et de quelle »manière peut-on essayer, s'ils pourroient servir à une »nourriture aussi saine qu'agréable?«

IV. Une propulsion violente de la sève dans les peupliers, combinée avec l'expulsion d'une quantité considérable d'air, ayant été observée par Coulomb en Avril 1796, lorsqu'il avoit percé jusqu'au centre des troncs de peupliers de 4 à 5 décimètres de diamètre, ne paroît guère avoir excité d'autres physiciens à répéter cette expérience, et comme ce phénomène est cependant très-digne d'être attentivement examiné, et qu'une indagation soigneuse pourroit peut-être donner lieu à des découvertes intéressantes, la Société promet la médaille d'or à celui, qui profitera d'une occasion favorable pour répéter au mieux cette expérience au printems, sur les troncs de plusieurs espèces d'arbres, et pour observer soigneusement tout ce qui se présente dans ce phénomène.

On pourra attendre pour une réponse bien satisfaisante, hors la médaille d'or, une gratification proportionnée à l'intérêt de ce qu'une indagation soigneuse aura appris.

V. Comme le phénomène observé premièrement par Mr. Doebereiner, savoir, que la Platine, étant réduite par une préparation chimique en forme d'éponge, acquiert l'état d'incandescence, lorqu'elle est exposée au gaz-hydrogène en concurrence avec l'air atmosphérique, ne paraît pas explicable suivant les théories adoptées, et comme la connaissance de la cause de ce phénomène singulier pourrait conduire à d'autres découvertes intéressantes, la Société offre la médaille d'or à celui, qui en pourra donner une explication evidente et constatée par des expériences.

VI. »Quelles sont les causes, qui ont donné lieu »à la formation des terrains d'argile et de sable, qu'on

»trouve dans les Provinces septentrionales du Royaume? »Comment distingue-t-on les terrains formés par la mer, »de ceux qui doivent leur origine à l'action des rivières? »Quel est, particulierement, l'origine des bassins couverts »d'argile et des collines de sable, qu'on trouve sur le »terrain situé entre l'Yssel, le Rhin et le Zuyderzée?«

La Société désire, que dans les réponses on évite les hypothèses, et qu'on s'appuye sur l'expérience et l'observation.

VII. Considérant que les expériences chimiques, faites en Hollande, surtout celles de P. Driessen, ont fait voir, que les propriétés de l'air atmosphérique près de la mer sont plus ou moins altérées ou modifiées par l'acide muriatique, qu'il contient, et que particulièrement la solubilité du plomb dans l'eau en est augmentée; que cependant ces observations n'ont pas été confirmées partout ailleurs, et qu'il s'agit encore de savoir, si cet acide se trouve tout libre dans l'air, ou bien en combinaison chimique avec d'autres substances, la Société desire: »que »ce sujet soit traité de nouveau, et que par des expérien»ces exactes on tâche de démontrer, si, dans ces con»contrées, l'air atmosphérique contient de l'acide muria»tique? quelles sont les circonstances, qui en augmentent »la quantité? dans quel état il s'y trouve? et jusqu'a quel »point les qualités de l'air en sont altcrées?«

VIII. Comme plusieurs substances, qui autrefois n'étoient connues que dans l'état de gaz, peuvent, moyennant la pression et par un froid très-grand, êtres réduites à la forme solide ou liquide, ce que surtout les expériences de Faraday ont prouvé; et comme il en suit, que la division des corps, d'après la forme, en liquides et en gaz est devenue incertaine et moins admissible, la Société demande: 1) »jusqu'à quel point peut-on encore »admettre la classification des corps d'après la forme? »2) Quels sont les corps vraiment gazeux et vaporeux? »Quel emploi pourroit-on faire, dans les arts, de ces sub»stances, qui, lorqu'elles sont fortement comprimées ou

»refroidies, par l'élasticité et par la dilation peuvent exer-
»cer un grand dégré de force?«

IX. »l'Acide hydrocyanique des vegétaux n'étant
»trouvé jusqu'ici que dans les arbres drupacés, peut-il
»être considéré comme principe des plantes? Connait-
»on d'autres plantes, dans lesquelles il existe? Peut-on,
»ainsique dans les drupacés, indiquer un rapport de struc-
»ture dans le autres plantes, qui renferment ce principe?
»Doit-on attribuer exclusivement à ce principe les qua-
»lités nuisibles ou venimeuses, dont ces plantes sont
»douées? Cet acide végétal est-il parfaitement semblable
»à l'acide hydrocyanique préparé artificiellement? Quels
»sont les caractères des végétaux ou des substances vé-
»gétales, qui renferment l'acide hydrocyanique, surtout
»par rapport à leur action sur l'homme et à leur vertu
»medicale?«

X. »En quoi consiste la différence entre l'acier de
»l'Inde *Wootz* et les autres sortes d'acier? Jusqu'à quel
»point a t'on réussi à faire l'acier de l'Inde? Quelles
»expériences a-t'on fait avec succès pour perfectionner
»l'acier? Et, comme on s'est servi du chromium à cet
»effet, et ce métal étant à présent moins précieux, en
»quoi l'acier, fait moyennant le chromium, se recommande-
»t'il? Et quel usage particulier peut-on faire avec le plus
»de profit des différentes sortes d'acier?«

XI. »Les connaissances Géologiques, que l'on a de
»pays, donnent elles lieu à supposer, que l'on pourra
»ouvrir avec succès, en perçant des puits Artésiens dans
»nos Provinces septentrionales! — Jusqu'à quel point
»point peut, on considérer comme bien fondée la théo-
»rie de ces puits, telle qu'elle a été proposée par Mr.
»Garnier et Héricart de Thury? Que peut-on at-
»tendre dans notre pays de la bonne réussite de ces
»sources, soit employées comme force motrice, soit utili-
»sées à fournir de l'eau fraiche aux grandes villes, ou

»bien à fertiliser les terrains incultes et les bruyères »arides?«

La Société désire, que l'on s'attache principalement à détermiminer le degré de probabilité du succès des puits Artésiens dans les Pays-Bas, et ne demande pas une copie de ce qui se trouve sur ce sujet dans les ouvrages de Mr. Garnier et de Héricart de Thury.

XII. »Qu'est ce que l'expérience a prouvé jusqu'ici »concernant l'influence des différens climats et des diffé»rentes manières de vivre, pour faire naître, et pour ag»graver, diminuer on prévenir la goute (*podagra*). Jus»qu'à quel point a-t-on réuissi à mieux connoître la vraie »nature de cette maladie? Et quelle utilité peut-on en »tirer pour la pratique de la médécine, afin de prévenir »les attaques de la goute, de les diminuer, ou, quand »elles ont lieu, à les rendre plus tolérables et à les trai»ter le mieux?«

On désire que dans la réponse à cette question se trouve seulemenl rassemblé ce qui est bien demontré, et que les écrits, dont on a tiré les observations, soient exactement cités.

XIII. »Jusqu'à quel point est-on avancé, par les »dernières recherches des Physiologues, dans la connais»sance de la nature du sang humain? Y-a-t'il quelque »raison de lui attribuer une vie particulière? Qu'est ce »qu'on en à démontré à l'évidence par des expériences »exactes? Qu'est ce qu'on peut encore regarder comme »douteux à cet égard? Et quelles conséquences utiles »peut-on déduire du résulat positif de ces recherches?«

Voyez C. H. Schultz, *über den Lebensprocefs im Blute*. 8. Berlin 1824. — A. F. C. J. Maijer, *Supplement zur Biologie des Blutes und der Pflanzensäfte*.

XIV. »Les recherches multipliées sur la nature du »seigle ergote (*Secale cornutum*) laissant encore des incertitudes, surtout à l'égard des rapports divers quant aux effets de cette production sur le corps humains ou comme médecine; ainsi qu'aux phénomènes observés dans les climats chauds, après l'usage du *maïs* dans le même état d'altération; la société demande: »un exposé succinct »des observations faites ou à faire sur ce sujet pour »mettre en évidence ce qui en est bien demontré?«

Mémoires de la Société Linnéenne de Paris. Vol. V. Jan. 1827. p. 565. — Lorinser, *Versuche und Beobachtungen über die Wirkung des Mutterkorns*. Berlin 1829. — Roulin in Froriep. XXV. 153 — 157. — Cuvier, *Histoire des progrès*

des Sciences Naturelles. III. p. 80. — *Bydragen tot de Natuurk. Wetensch.* VI. bladz. 59.

XV. »Comme il est du plus grand intérêt pour le public, que tont doute, concernant le pouvoir de la vaccine comme préservatif contre la petite verole, non seulement pour quelque temps, mais pour toujours, disparoisse entièrement; et que l'apparition fréquente de la petite verole, dite *modifiée*, chez ceux, qui antérieurement ont été vaccinés, fait naître effectivement ce doute chez bien des personnes, même chez quelques protecteurs de l'inoculation de la vaccine, l'on demande: 1) »D'où »vient, qu'après l'inoculation de la *petite verole*, soit »qu'elle ait produit une maladie très grave, ou seule»ment une indisposition très légère, la petite verole *mo»difiée* ne se montre prèsque jamais; tandis qu'on l'ob»serve très souvent après l'inoculation *de la vaccine*, »surtout quand la petite verole est devenue epidémique? »— 2) La petite verole *modifiée* fournit-elle une preuve »de l'insuffisance de la vaccination pour anéantir totale»ment la prédisposition à la petite verole: ou démontre»t'elle seulement, que la marche de la vaccine à été ir»regulière, et n'a pas présenté tous les phénomènes qui »doivent servir de préservatif contre la petite verole?— »3) Dans la dernière supposition, d'où vient alors, ou »quelle peut donc être la raison, que la petite verole »*modifiée* se montre souvent même chez des personnes, »chez qui, d'après le témoignage de médecins très intruits »et experts, la vaccine, dans le tems, avait suivi la mar»che la plus regulière? — 4) La petite verole *modifiée* »prouve-t-elle, que la marche générale de la vaccine peut»laisser, quelque fois, même à de médecins instruits, des »doutes sur l'efficacité de la vaccination comme préser»vatif; ou existe-t-il un cours de la vaccine tellement fixe »et nécessaire; — fournit-elle des phénomènes, non équi»voque, tellement inséparables, — et existe t'il de tous »ces phénomènes un degré de force tellement certain et »déterminé, qu'il est aisé de distinguer une vaccine *vrai»ment regulière* et par conséquent préservative (*garan»tissante*) d'une vaccine, regulière seulement en *appa»rance*, et qui ne garantit pas de la petite verole, ou »n'en préserve que pour un temps?«

Quant à ce dernier point, il s'agit d'examiner, si la chute plus ou moins prompte des croutes peut fournir quelques eclaircisse-

mens; et, dans ce cas, s'il est possible de fixer d'après l'expérience un nombre de jours plus ou moins certain, qui doive précéder cette chute. Enfin, si les cicatrices, qui restent après la chute susmentionnée, montrent quelques caractères tellement certains, qu'ils peuvent servir, *à posteriori*, de diagnostic entre la vaccine *vraiment* regulière, et celle qui ne l'est qu'en *apparence?*

XVI. Après la découverte de *l'Iode* on s'en est servi de différentes manières, comme remède externe et interne dans plusieurs maladies. Plusieurs Médecins et Chirurgiens en ont observé aucun effet p. e. contre le *struma*, pour le quel cette substance est le plus souvent recommandée; d'autres ont vu paraître des symptomes très dangereux, et même la mort, après qu'on s'en étoit servi imprudemment. La Société demande »un Memoire »raisonné qui soit fondé sur l'expérience, où les proprie-»tés medicales de *l'Iode* soient examinées avec toute l'ex-»actitude possible, et qui indique tout à la fois les ma-»ladies internes et externes, où il convient de l'emplo-»yer?«

XVII. »Quel est l'état actuel des connaissances con-»cernant la propagation des poissons de différens ordres? »Peut-on déduire de ce qu'on en connaît des leçons uti-»les pour la pêche?«

XVIII »Les végétaux possèdent-ils une chaleur pro-»pre, différente de celle du milieu dans lequel ils se »trouvent placés? Est-elle différente dans les différentes »parties du végétal? Quelle en est la cause? Qu'est ce »qui produit la chaleur, que l'on a observée au moment »de l'épanouissement de quelques fleurs, telles que de »*l'Arum?* Doit-on considérer cette chaleur propre, soit »seule soit en partie, comme la cause, par la quelle beau-»coup de plantes resistent à un froid assez rigoureux »sans en être endommagées, tandis que d'autres végètent »et persistent dans une chaleur élevée, ou près des sour-»ces chaudes, et y conservent-elles une temperature moins »élevée? Peut-on faire l'application de ces connaissances »à la culture des végétaux?

Voyez van Halder, *über die Temperatur der Vegetabilien.* Tubingen 1826, et Bory de St. Vincent, *sur la chaleur des de Vegetaux. Journ. de Phys.* T LIX. p. 280.

XIX. »Qu'est ce que l'expérience apprend à l'égard »de nouvelles espèces et variétés de plantes, produites »par la fécondation artificielle des fleurs de l'une par le »pollen des autres? Et quelles sont les plantes utiles

»ou d'ornement, qui peuvent être produites et multipliées »de cette manière?«

La Société desire que cette question soit éclaircie par de nouvelles expériences.

XX. Les terrains, qui, en plusieurs endroits forment les couches supérieures de la terre, étant distingués par les géologues modernes en formation *diluviales* et *alluviales*, dans la supposition que les premiéres n'ont pu être produites que par une cause extraordinaire différente de l'état actuel des choses, et attestent, par conséquent, une révolution générale, qui a précédé la constitution présente de la surface de la terre; d'autres géologues, soutenant, au contraire, que la nature particulière des couches diluviales peut très bien être expliquée sans la supposition d'une telle cause extraordinaire, la Société demande: »Quelle est la constitution, quels sont les caractéres surs et constans du terrain que l'on distingue »actuellement par le nom de *diluvium?* Différe-t'il essentiellement des autres, surtout des couches *alluviales?* »Un examen approfondi de ces terrains, et la considération des causes connues, par lesquelles la surface de la »terre est continuellement changée, fournissent-ils des raisons suffisantes pour expliquer la formation de ces terrains, ou bien leur nature particulière ne permet-elle »d'en expliquer l'origine que par des causes extraordinaires?«

XXI. »Quels sont les caractères, aux quels on reconnaitra les ciments qui s'endurcissent sous l'eau? Quels »en sont les principes constituans, et quelle est la combinaison chimique, qui s'opère pendant leur solidification?«

Le prix pour une réponse bien satisfaisante à chacune de ces questions, est une medaille d'or de la valeur de 150 florins, et de plus une gratification de 150 florins d'Hollande, quand la réponse en sera jugée digne. Il faut adresser les réponses bien lisiblement écrites en Hollandais, Français, Anglais, Latin ou Allemand, en lettres italiques, affranchies, avec des billets de la manière usitée, à M. van Marum, Secrétaire perpetuel de la Société.

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1831, SIEBENTES STÜCK.

I. *Ueber die Nothwendigkeit, Augit und Hornblende in einer Gattung zu vereinigen;* *von Gustav Rose.*

Augit und *Hornblende* (Pyroxen und Amphibol) haben bei allen ihren Verschiedenheiten doch so manche Beziehungen, in welchen sie eine grofse Aehnlichkeit zeigen, dafs beide Substanzen in einigen derselben auch schon öfter mit einander verglichen worden sind, ohne dafs man den aufgefundenen Aehnlichkeiten doch eine solche Wichtigkeit beimessen könnte, dafs man sich genöthigt gesehn hätte, beide Substanzen in einer Gattung zu vereinigen. Bei der Häufigkeit des Vorkommens dieser Mineralien in den Gebirgsarten, die sich an der Oberfläche unserer Erde finden, und der Wichtigkeit, die sie daher nicht allein für die Mineralogie, sondern auch für die Bildungsgeschichte der Erde haben, scheint es nicht ohne Interesse, eine vollständigere Vergleichung zwischen beiden Mineralien anzustellen, und die Ursachen der aufgefundenen Aehnlichkeiten näher zu prüfen.

Wenn man die *Krystallformen* der Hornblende und des Augits vergleicht, wie sie gewöhnlich in den Basalten, Laven und anderen vulkanischen Gebirgsarten vorkommen,

so erscheinen sie auf dem ersten Anblick so verschieden, dafs man wenig geneigt seyn möchte, sie auf eine und dieselbe Grundform zurückzuführen. Zwar ist die Symetrie der Flächen dieselbe, sie gehören zu einem und demselben Krystallisationssystem, doch sind die Krystalle der Hornblende stark geschobene vierseitige Prismen, wie Fig. 1. Taf. III., an welchem nach den Haüy'schen Bestimmungen, die bei diesem Mineral wie bei dem Augit nicht bedeutend von den neueren Messungen abweichen, die Neigung

von *M* gegen *M* beträgt			124°	34′
- *M*	-	*x* -	117	43
- *P*	-	*M* -	103	13
- *P*	-	$\frac{M}{M}$ *) -	104	57
- *r*	-	*r* -	149	38
- $\frac{r}{r}$	-	$\frac{M}{M}$ -	104	57

Die Krystalle des Augits sind dagegen wenig geschobene vierseitige Prismen, wie Fig. 2. Taf. III., an welchen die Neigung

von *M* gegen *M* beträgt			87°	42′
- *M*	-	*r* -	133	51
- *M*	-	*l* -	136	9
- *s*	-	*s* -	120	
- $\frac{s}{s}$	-	*r* -	106	6

Ein ähnlicher Unterschied, wie in der äufseren Form, zeigt sich auch in der inneren Structur. Die Hornblende ist sehr vollkommen spaltbar nach den Seitenflächen *M*, und nur unvollkommen nach den Flächen *x* und den Abstumpfungsflächen der stumpfen Seitenkanten $\frac{M}{M}$; bei dem Augite sind die Spaltungsflächen nicht so vollkom-

*) Auf diese Weise ist die Kante zwischen den Flächen *M* bezeichnet.

men, als die vollkommenen der Hornblende, sie sind gewöhnlich unterbrochen, am vollkommensten sind sie parallel den Flächen *M*, weniger vollkommen nach den Flächen *l* und *r*, doch bleiben sich in dieser Rücksicht die verschiedenen Varietäten des Augits nicht gleich.

Diese Unterschiede in den Krystallformen der Hornblende und des Augits sind so einleuchtend, daſs schon Werner, wenn er gleich keine Messungen der Krystalle anstellte, den Augit als eigenthümliche, von der Hornblende und dem Schörl, mit welchem letzteren er vor ihm vereinigt war, verschiedene Gattung aufstellte. Haüy bestätigte diese Trennung und setzte den Unterschied durch genaue Angabe der Krystallwinkel fest; er ist seitdem auch immer angenommen worden.

Dessenungeachtet findet ein genauer Zusammenhang zwischen den Krystallformen beider Substanzen statt, auf welche noch neuerdings ausführlich Hr. Prof. Weiſs *) aufmerksam machte. Die schiefe Endfläche *P* der Hornblende ist gegen die vordere Seitenkante $\frac{M}{M'}$, eben so wie die schieflaufende Endkante zwischen den Flächen *r* gegen die hintere Seitenkante, unter einem Winkel von 104° 57′ geneigt, der von dem Winkel von 106° 6′, unter welchem die schiefe Endkante des Augits sich gegen *r* neigt, wenig verschieden ist.

Ferner, verdoppelt man beim Augit die Tangente des halben scharfen Seitenkantenwinkels von 43° 51′, so ist der zu dieser Tangente gehörige Winkel 62° 24′, der doppelt genommen 124° 48′ beträgt, und dem stumpfen Seitenkantenwinkel der Hornblende, welcher nach Haüy 124° 34′ beträgt, sehr nahe kommt. Die stumpfe Seitenkante der Hornblende entspricht aber in Rücksicht auf die Lage der Endflächen der schärferen des Augits. Sind *a* und *b* (Fig. 5. Taf. III.) die halben Diagonalen in dem

*) Abhandlungen der Königl. Acad. d. Wissensch. zu Berlin, 1821 und 1822, S. 214; und von 1825, S. 181.

horizontalen Querschnitte durch das Prisma des Augits, so erhält man durch die Verdoppelung von *b* einen Rhombus, der den horizontalen Querschnitt des verticalen Prisma's bei der Hornblende sehr nahe kommt. Und verticale Prismen, die in dem angegebenen Verhältniſs, kommen sonst bei denselben Krystallen häufig vor. — Ein ähnliches Verhältniſs findet zwischen den Flächen *s* des Augits und *r* der Hornblende statt, durch Verdoppelung der Tangente des Winkels von 60°, des halben Neigungswinkels der Flächen *s* gegen einander beim Augit erhält man einen Winkel von 73° 54′, der doppelt genommen 147° 48′ beträgt, und von dem Neigungswinkel der Flächen *r* gegen einander bei der Hornblende schon etwas bedeutender, doch auch nicht sehr abweicht.

Nach den neueren mit dem Reflexionsgoniometer angestellten Messungen fällt der Unterschied fast ganz fort. So beträgt nach Mitscherlich bei der Hornblende die Neigung der Seitenflächen gegen einander 124° 31′ *), nach Kupffer **) bei dem Augit 87° 6′. Durch Verdoppelung aber der Tangente von 43° 33′, des halben Winkels von 87° 6′ erhält man, wenn man den zugehörigen Winkel aufsucht, den Winkel von 62° 15′ 25″, der doppelt genommen 124° 30′ 50″ beträgt, und fast vollkommen mit dem von Mitscherlich gemessenen Hornblendewinkel übereinstimmt.

Ferner beträgt nach Kupffer die Neigung der Flächen *s* gegen einander beim Augit 120° 57′, die Neigung der Flächen *r* gegen einander bei der Hornblende von Pargas nach Nordenskiöld ***) 148° 26′ $\frac{1}{2}$, bei der Hornblende vom Vesuv nach meinen Messungen 148° 25′. Verdoppelt man aber die Tangente des Winkels von

*) Die Messung wurde mit einer bräunlichen Hornblende, dem Strahlstein von Åker in Schweden, angestellt; Schweigger's Journal, N. R. Bd. 5. H. 2.

**) Kastner's Archiv, Bd. X. S. 305.

***) Schweigger's Journal von 1821.

60° 28′½, des halben Winkels von 120° 57′, so erhält man den zu dieser Tangente gehörigen Winkel von 74° 11′ 21″, der doppelt genommen 148° 22′ 42″ beträgt, und ebenfalls fast völlig mit dem gemessenen Hornblendewinkel übereinstimmt.

Die Winkel der Hornblende und des Augits lassen sich also fast vollständig auf einander reduciren, und die Uebereinstimmung in den Winkeln ist sogar nach den neueren Messungen vollkommener als nöthig wäre, um beide Mineralien in einer Gattung zu vereinigen, da durch den Austausch von isomorphen Besandtheilen, der bei diesen Mineralien sehr häufig stattfindet, Winkelunterschiede hervorgebracht werden können, die zuweilen noch gröfser sind, als bei der Hornblende und dem Augit nach den Haüy'schen Bestimmungen; indessen sind doch beide Formen, ungeachtet der Möglichkeit, dafs sie zusammen vorkommen können, noch nie zusammen angetroffen; und das ist wohl der Grund, weshalb sie in krystallographischer Hinsicht nicht mit einander vereinigt sind.

In Rücksicht der *chemischen Zusammensetzung* findet zwischen dem Augit und der Hornblende ebenfalls eine grofse Aehnlichkeit, wenn gleich keine völlige Uebereinstimmung, statt. Nach den Analysen meines Bruders ist der Augit ein Bisilicat von mehreren Basen, in denen man 1 Atom Sauerstoff annimmt, wie Kalkerde, Talkerde, Eisenoxydul und Manganoxydul, die entweder alle oder nur zum Theil in den verschiedenen Species des Augits vorkommen. Entweder finden sich nur die beiden ersteren Basen, wie in den weifsen Augiten oder Diopsiden, oder nur Kalkerde und Eisenoxydul, wie in einem grünen Augite von Tunaberg, oder nur Manganoxydul mit etwas Kalk, wie in dem rothen Augit, den man gewöhnlich Rothbraunsteinerz nennt, oder alle vier Basen, besonders die drei ersteren, in verschiedenen Verhältnissen in den übrigen grünen und schwarzen Augiten. Die Augite indessen, welche in den Basalten vorkommen,

und die mein Bruder nicht analysirt hat, enthalten, nach den Analysen von Klaproth, Thonerde bis zu 7 Proc., deren Daseyn in denselben noch ganz unerklärt ist; denn die Thonerde ist kein Oxyd, das mit den in den Augiten sonst vorkommenden Oxyden isomorph wäre, und das eine oder das andere ganz oder zum Theil ersetzen könnte. Die Augite mit Thonerde haben weniger Kieselsäure, als die, welche keine enthalten, daher die Thonerde sich in dem Augite wahrscheinlich nicht als Base, sondern als Säure findet.

Ganz ähnlich verhält es sich mit der Hornblende. Nach den Untersuchungen, die vorzüglich Bonsdorf angestellt hat, enthält die Hornblende Kieselsäure und dieselben Basen wie der Augit; die weifsen Hornblenden oder Tremolite enthalten ebenfalls nur als Basen Kalkerde und Talkerde, die grünen und schwarzen Hornblenden, der Strahlstein und die eigentliche Hornblende enthalten alle vier Basen in verschiedenen Verhältnissen. Indessen fand Bonsdorf in allen Hornblendarten Flufssäure, zwar nicht viel, gewöhnlich nur ½ Proc. und nie 1 Proc., aber in allen doch wenigstens Spuren, die mein Bruder in den Augiten nicht gefunden hat, obgleich er einige derselben absichtlich darauf untersuchte. Die Hornblenden scheinen auch in ihren ganz weifsen Abänderungen immer etwas mehr Kieselsäure zu enthalten, wie man aus der Vergleichung der Analysen des weifsen, derben Augits von Orijerfvi in Finland, und der weifsen Hornblende von Gulsjö in Wermeland, welche erstere mein Bruder, letztere Bonsdorf angestellt hat, ersehen kann.

	Augit.	Hornblende.	
Kieselsäure	54,64	. . . .	59,75
Kalkerde	24,94	. . . .	14,11
Talkerde	18,00	. . . .	25,00
Manganoxyd mit etwas Kalkerde	2,00	Eisenoxyd Thonerde	0,50
Eisenoxyd	1,08	Flufssäure	0,94
		Wasser	0,10
	100,66.		100,40.

Ferner ist der Gehalt mancher Hornblenden an Thonerde noch viel häufiger und gröfser als bei den Augiten, er steigt nach den Analysen von Bonsdorf bis auf 13,94 Proc., und findet sich in einiger Menge nicht allein in den schwarzen Hornblenden, die in vulkanischen Gebirgsarten vorkommen, sondern auch in sehr wenig gefärbten, wie in den Strahlsteinen von Åker in Schweden. Auch bei den Hornblenden nimmt der Gehalt an Kieselsäure ab, wenn der an Thonerde zunimmt, und diefs Verhalten ist bei der Hornblende wegen der gröfseren Menge der Thonerde noch deutlicher als beim Augit.

Die ganze Frage über die Identität des Augits und der Hornblende in Rücksicht ihrer chemischen Zusammensetzung hängt also hauptsächlich von der Erklärung der Thonerde ab, die fehlen und hinzutreten kann, ohne dafs wir uns nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft davon Rechenschaft geben können. Die Aehnlichkeit in der chemischen Zusammensetzung zwischen Hornblende und Augit ist indessen grofs, und die Verschiedenheiten sind nicht von der Art, dafs wir nicht glauben könnten, sie werden fortfallen, wenn man das Daseyn der Thonerde wird erklärt haben.

Das *specifische Gewicht* der Hornblende und des Augits ist in den verschiedenen Species beider Gattungen sehr verschieden, da so viele Austauschungen von isomorphen Bestandtheilen bei ihnen vorkommen. Es bil-

det bei beiden Gattungen eine ziemlich grofse Reihe, die bei beiden gleich hoch hinaufgeht, aber bei der Hornblende tiefer hinabgeht, als beim Augit, wie man aus folgender Uebersicht ersieht:

Specifisches Gewicht der Hornblende.

Des Tremolits vom Gotthardt	2,931	(nach Mohs)
Des Strahlsteins vom Zillerthal	3,026	- -
Der basaltischen Hornblende aus Steiermark	3,167	- -
Der basaltischen Hornblende von Kostenblatt	3,277	(nach Hoffmann)
Der schwarzen Hornblende aus Grönland (Arfvedsonit) .	3,44	(nach Brooke).

Specifisches Gewicht des Augits.

Des weifsen Augits v. Orijerfvi	3,195	(nach Nordenskiöld)
Des Diopsids aus Tyrol . .	3,299	(n. Wackenroder)
Des Fassaits	3,327	(nach Mohs)
Eines aschgrauen Augits . .	3,349	- -
Des Rothbraunsteinerzes . .	3,685	(nach Breithaupt)

Wenn also die weifsen Hornblenden auch das specifische Gewicht der weifsen Augite nicht erreichen, so erreichen doch die schwarzen Hornblenden das der schwarzen Augite, und übertreffen es sogar zum Theil; denn der Arfvedsonit ist seiner Structur nach vollkommen Hornblende, und das Rothbraunsteinerz hat nur durch seinen grofsen Gehalt an Mangan sein grofses specifisches Gewicht. Es findet also auch in dem specifischen Gewichte eine Aehnlichkeit zwischen Hornblende und Augit statt.

Der Hauptunterschied zwischen Hornblende und Augit liegt also in den Krystallformen beider Substanzen, *die sich* nach der vorhandenen Erfahrung ganz getrennt

halten, ungeachtet die Möglichkeit da ist, dafs sie zusammen vorkommen können. Eine Beobachtung, die ich an Grünsteinen machte, welche auf der sibirischen Reise des Hrn. A. v. Humboldt, auf welcher ich ihn zu begleiten das Glück hatte, von Hrn. v. Humboldt und mir am Ural gesammelt waren, ist daher vielleicht nicht ganz unwichtig, da sie einen Zusammenhang zwischen beiden Formen nachweist.

Die Grünsteine vom Ural sind von einem sehr verschiedenen Ansehn. Ein grofser Theil derselben zeigt eine grünlichgraue Hauptmasse, die gewöhnlich ganz dicht ist, und in der theils Hornblende, theils Augitkrystalle porphyrartig inliegen. Bei der Goldwäsche *Pitatelewski* bei Bogoslowsk, 437 Werste nördlich von Katharinenburg, findet sich ein Grünstein, bei welchem schon die grünlichgraue Hauptmasse durch grünlichweifse Punkte, die zuweilen ganz deutliche Feldspathkrystalle darstellen, ein porphyrartiges Ansehn hat; und in der eine Menge grofser schwarzer Hornblendekrystalle eingewachsen sind. Die Krystalle sind sehr vollkommen spaltbar, und zeigen die Spaltungsflächen der Hornblende. Sie lassen sich nicht aus der umgebenden Masse herauslösen, da diese zu hart ist, doch sieht man an der Form der Durchschnitte der Krystalle, die man auf der Bruchfläche des Grünsteins hat, dafs die Krystalle auch die bekannte Krystallform der Hornblende haben. Sie stellen entweder ein symmetrisches Sechseck dar, mit zwei Winkeln von 124° ½ (Fig. 6. Taf. III.), wenn die Bruchfläche rechtwinklig durch die Seitenflächen des Prisma's ging, oder unsymmetrische Sechsecke, wie Fig. 3. Taf. III., die parallel den zwei längeren Seiten gestreift sind, und bei denen der Winkel über der Streifung 156° 30′ *) beträgt, wenn der Bruch parallel einer Spaltungsfläche ging.

*) Die Winkel des Durchschnitts sind nach den Haüy'schen Winkeln für die Hornblende berechnet. Die der Figur beigesetzten Buchstaben zeigen die Flächen und Kanten, durch welche der Schnitt gelegt ist, an.

Bei der Goldwäsche *Czarewo Nicolajewski* bei Miask, 134 Werste südlich von Katharinenburg, findet sich ein Grünstein mit einer dichten grünlichgrauen Grundmasse, in der eine Menge Krystalle eingewachsen vorkommen, welche aber Augite sind. Die Menge dieser Krystalle ist so grofs, dafs sie fast mehr Raum einnehmen, als die Grundmasse. Da diese weicher ist als bei den Grünsteinen von Pitatelewski (sie läfst sich leichter mit dem Messer ritzen wie diese), und die Augite mit ihr nicht so fest zusammenhängen, so lassen sich die Krystalle recht gut herauslösen; man kann ganz deutlich ihre Form erkennen, sie ist vollkommen die der Augite, wie sie in den Basalten vorkommen, und wie sie Fig. 2. Taf. III. dargestellt ist. Die Flächen sind nicht glänzend, aber doch so glatt und so grofs, dafs man sich durch Messung mit dem Anlegegoniometer überzeugen kann, dafs die Krystalle die Winkel des Augits haben. Beim Zerschlagen des Grünsteins fallen die Krystalle oft heraus und hinterlassen Eindrücke, die vollkommen glattflächig sind, und in denen ebenfalls die Form des Augits leicht zu erkennen ist. Im Innern sind die Krystalle grasgrün, stark durchscheinend, und so hart, dafs sie sich nur schwach mit dem Messer ritzen lassen. Sie sind für Augit recht vollkommen spaltbar, die Spaltungsflächen lassen sich mit dem Reflexionsgoniometer ziemlich gut messen, man erhält auch hier die Winkel des Augits. Die Spaltungsflächen nach den Seitenflächen des geschobenen 4seitigen Prisma's sind die deutlichsten, aber auch die andern nach den Abstumpfungsflächen der scharfen und stumpfen Seitenkanten sind du.

Bei dem Dorfe *Mostowaja*, 30 Werste nördlich von Katharinenburg, auf dem Wege nach Newiansk, findet sich ein Grünstein, dessen Grundmasse so weich ist, wie die des vorigen, nur ist sie lichter, graulichgrün. Krystalle liegen auch hier in derselben porphyrartig eingewachsen, sie lassen sich mit derselben Leichtigkeit aus dem Ge-

stein herauslösen und ihre Winkel mit dem Anlegegoniometer bestimmen. Sie haben vollkommen die Form des Augits, wie die Krystalle des vorigen Grünsteins. Im Innern sind die Krystalle schwärzlichgrün, an den Kanten lichter grün durchscheinend und weicher als die vorigen; sie sind recht vollkommen spaltbar, die Spaltungsflächen sind aber ganz anders wie beim Augit, sie gehen parallel von Abstumpfungsflächen der Kanten zwischen M und r (Fig. 2. Taf. III.), und sind gegen einander unter einem Winkel von $124^{0}\frac{1}{2}$ wie die Spaltungsflächen der Hornblende geneigt. Die Spaltungsflächen sind gestreift, daher ihre Winkel mit dem Reflexionsgoniometer nur mit Hülfe des Lichts gemessen werden können; aber man erhält den Winkel so genau, dafs er nur höchstens um einen halben Grad von dem Hornblendewinkel abweicht. Die Krystalle sind also *Hornblende mit der Form des Augits*, oder Augit mit den Spaltungsflächen der Hornblende.

Ein diesen sehr ähnlicher Grünstein findet sich bei der Goldwäsche *Cavellinski* bei Miask, nur dafs die Grundmasse dunkler grünlichgrau und härter ist, die inliegenden Krystalle mit derselben auch fester verbunden sind, und sich nicht mit gleicher Leichtigkeit herauslösen lassen. Die Krystalle gleichen im Bruchansehn vollkommen den vorigen, sind eben so leicht spaltbar; die zwei Spaltungsflächen, die sich nur allein bei ihnen finden und recht gut mefsbar sind, gehen parallel den Seitenflächen der Hornblende. Die äufsere Form läfst sich zwar nicht bestimmen, aber man sieht an der Gestalt mancher Durchschnitte der Krystalle, die auf der Bruchfläche des Grünsteins zu sehen sind, dafs sie keine andere als die des Augits ist. Die Krystalle sind nämlich nicht selten parallel einer Spaltungsfläche gebrochen, und stellen im Umrisse unsymmetrische Sechsecke wie Fig. 4. Taf. III. dar, die parallel zweien gegenüberliegenden Seiten gestreift sind, parallel den Durchschnitten durch die Seitenflächen

M. Der Winkel über dieser beträgt aber 127° 23′, und ist also viel schärfer, als bei den ähnlichen Durchschnitten der Hornblendekrystalle, wie sie sich in den Grünsteinen von Pitatelewski finden, und kommt ganz mit dem der Durchschnitte der Krystalle in dem Grünstein von Mostowaja überein. Da die Zuschärfung des Endes beim Augit viel scharfwinkliger ist, als bei der Hornblende, so muſs natürlich auch dieser Winkel beim Augit ebenfalls schärfer seyn, als bei der Hornblende. Die Umrisse der Krystalle sind vollkommen scharf, und man kann durch ein Stückchen Papier, auf welches man einen Winkel von 127° ausgeschnitten hat, sich von der Uebereinstimmung mit dem Winkel der Durchschnitte der Krystalle überzeugen.

Am interessantesten ist indessen ein Grünstein, der sich bei dem tatarischen Dorfe *Muldakajewsk* bei Miask findet. Die Grundmasse desselben kommt in der Farbe mit der von Cavellinski überein, sie ist indessen etwas weicher, und haftet nicht so an den Krystallen, die in ihr in groſser Menge inliegen, so daſs sich diese besser herauslösen lassen. Sie haben die Form des Augits. Die Krystalle sind von verschiedener Gröſse, sehr häufig ½ Z. und darüber lang. Wenn man diese gröſseren herausnimmt, kann man sich besonders gut durch das Anlegegoniometer von der Uebereinstimmung mit den Winkeln des Augits überzeugen. Die Spaltungsflächen gehen aber auch nur parallel von Abstumpfungsflächen der Kanten zwischen *M* und *r* (Fig. 2. Taf. III.), die man sehr leicht mit einem Messer absprengen kann, und parallel den Seitenflächen der Hornblende. Die kleineren Krystalle haben im Innern das Ansehn der Krystalle von Cavellinski, dieselbe Farbe und Streifung der Spaltungsflächen. Die gröſseren aber haben alle im Innern einen Kern, der grasgrün ist, lichter und glänzender, und der ganz das Ansehn hat, wie das Innere der Krystalle, welche sich im Grünstein von Czarewo Nicolajewski finden. Der Kern

läſst sich in mehreren Richtungen spalten, die Spaltungsflächen sind unterbrochen, aber stellenweise so glatt und glänzend, daſs sie gut spiegeln, und sich mit dem Reflexionsgoniometer messen lassen. Es sind die Spaltungsflächen des Augits; die parallel den Seitenflächen des geschobenen 4seitigen Prisma's sind die deutlichsten. In den gröſseren Krystallen ist dieser Kern oft sehr groſs, er nimmt dann fast das ganze Innere des Krystalls ein, und die Spaltungsflächen der Hornblende bilden nur einen schmalen, dunkeler gefärbten Rand um denselben. In andern Krystallen, besonders den kleineren, ist dieser Kern nur klein, und bildet oft nur ein lichtes Pünktchen im Innern der schwärzlichgrünen Masse, und in andern fehlt er ganz. Die Spaltungsflächen des Kerns sind den äuſseren Krystallflächen parallel, hat man auf dem Reflexionsgoniometer die Spaltungsflächen des Kerns eingestellt, so sind es auch die Spaltungsflächen der Hülle. Ich habe öfters den einspringenden Winkel gemessen, den die dunkeln Spaltungsflächen, parallel den Seitenflächen der Hornblende, mit den lichten, parallel den Seitenflächen des Augits bilden, und stets Winkel von ungefähr 161° 18′ erhalten. Die Krystalle sind also *Hornblende in der Form des Augits mit einem Kern von Augit* in paralleler Stellung mit der äuſseren Form.

Eine ähnliche regelmäſsige Zusammengruppirung von Augit und Hornblende findet sich auch bei freistehenden Krystallen. In der Königlichen Mineraliensammlung in Berlin befindet sich eine Druse von Arendal, mit groſsen Krystallen von grünlichweiſsem Augit (Sahlit), auf deren Seitenflächen eine Menge kleiner Hornblendekrystalle von schwärzlichgrüner Farbe aufgewachsen sind, aber Augit und Hornblende mit parallelen Axen und in der correspondirenden Stellung. Eine ähnliche regelmäſsige Verwachsung von Augit und Hornblende hat Haidinger beim Smaragdite beschrieben; aber am meisten in Uebereinstimmung mit den Krystallen von Muldakajewsk ist

eine Beobachtung von Köhler, die er am Diallag gemacht hat *). Köhler hat durch seine Untersuchungen bewiesen, dafs der Diallag ein eingewachsener Augit ist, der in Rücksicht seiner Structur dadurch ausgezeichnet ist, dafs die Spaltungsfläche parallel der Abstumpfung der scharfen Seitenkante viel vollkommener als die übrigen ist, die oft ganz fehlen. Der Diallag von der Baste am Harz ist nun zuweilen mit einer Hülle von Hornblende umgeben, wie die Kerne der Krystalle von Muldakajewsk, aber Hornblende und Diallag befinden sich auch in der correspondirenden Stellung; die vollkommene Spaltungsfläche des Diallag liegt in der Richtung der Abstumpfungsfläche der stumpfen Seitenkante der Hornblende. Die äufseren Umrisse der Hülle von Hornblende sind gewöhnlich nicht scharf; es wäre interessant zu sehen, ob sich schärfere Umrisse fänden, die, wenn sie die Durchschnitte des Augits zeigten, die Analogie mit den Krystallen von Muldakajewsk noch vermehren würden.

Man kann die angeführten Thatsachen wohl kaum anders erklären, als dafs man annimmt, dafs *Hornblende und Augit nur eine Gattung sind.* Die Formen beider sind wohl verschieden, aber die Winkel lassen sich auf einander reduciren, und die eine Substanz, die Hornblende, findet sich in der Form der andern, des Augits.

Es ist freilich auffallend, dafs, abgesehn von *den* Spaltungs- und Krystallflächen der Hornblende und des Augits, die unter rechten Winkeln gegen einander geneigt sind, weder die eine noch die andere zusammen vorzukommen scheinen. Ich habe mich vergeblich bemüht, die Spaltungsflächen des Augits bei der Hornblende aufzufinden und umgekehrt. Eine frühere Bemerkung der Art, die ich an Krystallen vom Baikalit, die mir jetzt nicht mehr zu Gebote stehen, gemacht zu haben glaube, habe ich jetzt nicht wieder bestätigt gefunden. Eben so verhält es sich mit den Krystallflächen. Bei

*) Diese Annalen, Bd. XIII. S. 105.

m Diopsid aus Piemont finden sich zwar noch stumpfere
ismen, als das gewöhnliche, aber nur (a : 3b : ∞ c),
d (a : 6b : ∞ c), wenn die Flächen des gewöhnlichen
isma's beim Augit mit (a : b : ∞ c) bezeichnet werden,
er es finden sich nicht (a : 2b : ∞ c), welches die Flä-
en des Prisma's wären, die den Seitenflächen der Horn-
ende entsprächen. Auch bei der Hornblende finden
h Flächen (a : $\frac{1}{3}$b : ∞ c), wenn die gewöhnlichen Sei-
nflächen (a : b : ∞ c) sind, aber nicht (a : $\frac{1}{2}$b : ∞ c),
elches die Flächen des Prisma's wären, die den Seiten-
chen des Augits entsprechen. Entweder finden sich
e Spaltungsflächen und die Krystallflächen des Augits,
er die Spaltungsflächen und die Krystallflächen der
ornblende, und nur die Flächen des Augits kommen
t den Spaltungsflächen der Hornblende zusammen vor.
findet also in dieser Rücksicht zwischen Augit und
ornblende noch ein gröſserer Unterschied statt, als beim
igit und Diallag. Bei dem Diallag findet sich zwar in
r Regel von den vier Spaltungsflächen des Augits nur
ie einzige, und zwar die, welche den Abstumpfungs-
chen der schärferen Seitenkanten des Augits entspricht;
er diese Spaltungsfläche ist beim Augit doch da, nur
cht so vollkommen, und dann findet sich zwischen Dial-
; und Augit ein vollkommener Uebergang in dem Hy-
rsthen, an welchem sich schon die Spaltungsflächen
ch den Seitenflächen des geschobenen vierseitigen Pris-
's finden, nur noch an Vollkommenheit der Spaltungs-
che nach der Abstumpfungsfläche der schärferen Sei-
ıkante nachstehen. Dieſs ist ein Unterschied, der indeſs
lleicht später fortfallen kann, wenn sich Krystalle fin-
n, die die Spaltungsflächen der Hornblende und des
igits zu gleicher Zeit zeigen *).

) Man könnte vielleicht noch anführen, daſs unter den Augiten selbst solche Unterschiede vorkämen, und einige Spaltungsflächen nach einer schiefen Endfläche P zeigten (wie nicht selten die sogenannten Sahlite), andere nicht. Doch sind diese Flächen keine Spaltungsflächen, sondern Zusammensetzungsflächen, wofür sie auch schon Prof. Mohs erklärt hat.

Wenn sich aber auch diese Uebergangsglieder finden, so zeigt doch die verschiedene Form und Spaltbarkeit des Augits und der Hornblende an, dafs bestimmte Ursachen vorhanden seyn müssen, von denen diese abhängen. Sie rühren vielleicht von den Umständen her, unter denen sich beide Substanzen bildeten, denn in der That scheinen Hornblende und Augit selten so zusammen vorzukommen, dafs man sagen könnte, sie wären unter gleichen Umständen gebildet. Bei den vorhin beschriebenen Fällen war immer Augit früher gebildet als Hornblende, sowohl bei den eingewachsenen Krystallen von Muldakajewsk, die einen Kern von Augit haben, als bei den aufgewachsenen Krystallen von Arendal, wo an den äufseren Flächen der Augite kleine Krystalle von Hornblende sitzen. Die Gebirgsgesteine, welche Hornblendekrystalle enthalten, enthalten selten Augite; ich kenne, die Wacke ausgenommen, von der Art nur einige Trachyte, wie den Trachyt vom Stenzelberg im Siebengebirge, der gewöhnlich Hornblende eingewachsen enthält, in dem, aber äufserst sparsam, sich auch kleine Augitkrystalle finden, und den Trachyt von Aussig, der durch die schönen Krystalle von Chabasit bekannt ist, die in seinen Blasenräumen vorkommen, und in welchen sich Augit neben Hornblendekrystallen schon häufiger findet. Merkwürdig schien mir in dieser Rücksicht ein Stück Lava vom Vesuv, das ich der Güte des Hrn. Kämmerer in Petersburg verdanke. Es ist voller Blasenräume, deren Wände mit den glänzendsten, nadelförmigen Krystallen von schwarzer Hornblende bekleidet sind, während die in der Lava eingewachsenen Krystalle nur Augit von dunkelgrüner Farbe und Leucit sind; Substanzen, die sich auch gewöhnlich nur in dieser Lava finden *).

Es scheint, dafs sich die Augitform bei schnellerer, die Hornblendeform bei langsamerer Abkühlung bildet. In

*) Diese Annalen, Bd. X. S. 16.

in dem Grünstein von Muldakajewsk, der, wie aller Grünstein, wahrscheinlich früher im geschmolzenen Zustand gewesen ist, hat sich, als die Masse noch heiſs war, Augit zusammengezogen, und erst als die Temperatur sich verringerte, aber die Masse noch weich war, sich die Hornblende um den Augit gebildet. Auch in den Laven vom Vesuv ist die Hornblende später gebildet als der Augit. Mitscherlich fand unter den krystallisirten Schlacken, die man bei mehreren Hüttenprocessen erhält, häufig die Form des Augits *), nie aber die der Hornblende. Aber auch bei den Schlacken findet eine sehr rasche Abkühlung statt. Aus demselben Grunde ist man daher auch im Stande, durch Zusammenschmelzung der Bestandtheile in dem richtigen Verhältnisse, wobei doch auch gewöhnlich eine schnelle Abkühlung stattfindet, Augite darzustellen, nicht aber Hornblende. Die Prof. Mitscherlich und Berthier haben auf diese Weise einen weiſsen Augit erhalten, indem sie Kieselsäure, Kalk- und Talkerde in dem Verhältniſs, wie es die Formel $\dot{C}a^3 \dddot{S}i^2 + \dot{M}g^3 \dddot{S}i^2$ angiebt, wohl gemengt in einem Kohlentiegel im Feuer des Porcellanofens von Sèvres bei Paris schmelzen lieſsen **). Die Masse war gut geschmolzen, durch und durch spaltbar nach den Spaltungsflächen des Augits, und in einer Höhlung, die sich gebildet hatte, mit den schönsten Krystallen besetzt, wie Fig. 2. Taf. III., nur mehr säulenförmig. Hornblendekrystalle zu erhalten, glückte ihnen indessen nicht, wie auch die Zusammensetzung abgeändert wurde, sey es durch gröſseren Zusatz von Kieselsäure, oder durch etwas Fluſsspath u. s. w.

Wenn aber schnellere Abkühlung eine der Ursachen der verschiedenen Krystallform des Augits und der Hornblende ist, so müſste man durch Schmelzung der Hornblende Augit erhalten können; und dieſs ist etwas, was

*) Abhandlungen der Königl. Acad. der Wissenschaften zu Berlin.

**) *Edinburgh Journal of science*, *Vol. I. p.* 375.

ich vollkommen bestätigt fand. Strahlstein vom Zillerthal in Tyrol, von sehr lichte grüner Farbe wurde in einem Platintiegel der heftigen Hitze des Ofens der hiesigen Porcellanfabrik ausgesetzt. Die Masse war dadurch vollkommen geschmolzen, und beim Erkalten in dünnen, fasrigen Krystallen krystallisirt, die büschelförmig zusammengehäuft waren, aber sich noch deutlich erkennen und mit dem Reflexionsgoniometer messen liefsen. Es *waren aber lauter Augitkrystalle*, die nicht allein deutlich die Seitenflächen, sondern auch die Endflächen des Augits zeigten. Zu gleicher Zeit wurde auch ein Diopsid aus Tyrol, von demselben Fundort wie der, den Wackenroder analysirt hat, der in der Zusammensetzung mit dem Augit von Orijerfvi übereinkommt, im Platintiegel im Porcellanofen geschmolzen. Der Diopsid war auch vollkommen geschmolzen, er war bräunlich und undurchsichtig geworden, hatte aber seine Structur nicht verändert, beim Zerschlagen erhielt ich Stücke mit grofsen, breiten Spaltungsflächen; es waren die vier bekannten des Augits, wovon ich mich durch Messung mit dem Reflexionsgoniometer überzeugte.

Ein ganz gleiches Resultat haben die Prof. Mitscherlich und Berthier mit einem Tremolit schon im Jahre 1824 erhalten, den sie im Kohlentiegel im Porcellanofen von Sèvres schmelzen liefsen. Ich hatte von diesem Resultat erst später durch Hrn. Prof. Mitscherlich erfahren, als ich die Messung meiner Krystalle schon angestellt hatte, und Prof. Mitscherlich, der die Stücke noch besafs, liefs sie mich ebenfalls untersuchen. Die Krystalle, die durch Schmelzung des Tremolits erhalten waren, waren noch deutlicher als die, welche ich erhalten hatte; und die eine Beobachtung dient daher der andern zur Bestätigung.

Der weifse Augit verändert also durch Schmelzung im Platin- oder Kohlentiegel im Porcellanofen seine Struktur nicht, während die weifse Hornblende sich in Augit

umändert, und dieser Umstand trägt wohl mit dazu bei, die Meinung zu bestätigen, dafs Augit und Hornblende nur eine Gattung sey. An und für sich würde diefs Resultat noch nichts beweisen, da es leicht möglich wäre, dafs sich bei der Schmelzung aufser Augit noch eine andere Verbindung gebildet hätte, aber in Zusammenhang mit den früher erwähnten Beobachtungen bestätigt dieser Versuch allerdings die aufgestellte Behauptung. Es wäre zur Vervollständigung dieser Versuche noch wichtig zu versuchen, ob man nicht Hornblendekrystalle erhalten könnte, theils dadurch, dafs man Kieselsäure, Kalkerde und Talkerde, im Verhältnifs, wie es die Formel $\dot{C}^3 \dddot{Si}^2 + \dot{Mg}^3 \dddot{Si}^2$ angiebt, zusammenmengte, und schmelzte, theils dadurch, dafs man Augite schmelzte, und die geschmolzene Mengung sowohl als die geschmolzene Augitmasse sehr langsam erkalten liefse.

Das gewöhnliche Vorkommen der Hornblende und des Augits bestätigt die Behauptung, dafs Hornblende sich bei langsamer, Augit sich bei schneller Abkühlung bildet. Die Hornblende findet sich am häufigsten in dem Sienite und Trachyte und in Laven, in Gemeinschaft mit Quarz, Feldspath, Albit, Rhyakolith (dem glasigen Feldspath) u. s. w., welches lauter Substanzen sind, die nur durch langsame Abkühlung sich gebildet zu haben scheinen, da man sie, wie die Hornblende, durch Schmelzung ihrer Bestandtheile nicht krystallisirt erhalten kann. Der Augit findet sich im Basalt und in der Lava mit Olivin, der durch Schmelzung der Bestandtheile wie der Augit krystallisirt dargestellt werden kann, und dessen Form Mitscherlich auch unter den krystallisirten Schlacken gefunden hat. Wenn sich in den Laven Feldspath findet, so kommt mit demselben Hornblende und kein Augit vor, und wenn sie Augit enthalten, findet sich in ihnen kein Feldspath *). Die Mineralien, mit denen sich die Horn-

*) S. H. v. Buch über die Vulkane, dies. Ann. Bd. X. S. 13 und S. 19.

blende meistens zusammenfindet, sind Trisilicate, also Verbindungen, die mit Kieselsäure gesättigt sind, oder reine Kieselsäure; der Olivin, mit dem der Augit am häufigsten zusammen vorkommt, ist nur ein Silicat von Talkerde, bei dem also die Basis vorwaltet, und dieser Umstand kann auch mit dazu beigetragen haben, dafs die Hornblende immer etwas mehr Kieselsäure enthält, als der Augit.

Wo sich Augit und Hornblende in der Natur zusammenfinden, da scheint auch noch ein Unterschied in der chemischen Zusammensetzung die frühere Krystallisation des einen vor dem andern bewirkt zu haben. Kleine Stückchen der Hornblendekrystalle in der Form des Augits, die sich in den Grünsteinen von Mostowaja und Cavellinski finden, sind, mit der Platinzange gehalten, vor dem Löthrohr sehr leicht schmelzbar, während die Augite aus dem Grünsteine von Czarewo Nicolajewski sich vor dem Löthrohr bei weitem schwerer schmelzbar beweisen. Die Hüllen der Krystalle im Grünsteine von Muldakajewsk verhalten sich vor dem Löthrohre wie die Krystalle von Mostowaja, die Kerne wie die Krystalle von Czarewo Nicolajewski. Die Schwerschmelzbarkeit der Masse der Krystalle von Czarewo Nicolajewski hat dazu beigetragen, dafs die Masse früher krystallisirte, als wären sie, vermöge ihrer chemischen Zusammensetzung, leichter schmelzbar; und die Grünsteine erkalteten für die Masse der inliegenden Krystalle zu schnell, um ihr die für Bildung von Hornblendeform nöthige Zeit zu lassen, daher nur die Augitform entstehen konnte. Bei den Krystallen von Muldakajewsk bildeten sich ebenfalls erst Augite, aber für die leicht schmelzbare Masse der Hülle war die Temperatur des Grünsteins nach Bildung des Kerns noch hinreichend, dafs dieselbe die Structur der Hornblende annehmen konnte. *).

*) Ein ähnlicher Unterschied in der Schmelzbarkeit findet vielleicht überall statt, wo Augit und Hornblende im Trachyte etc. zusammen vorkommen.

Ein solcher Unterschied in der chemischen Zusammensetzung findet auch zwischen dem Augit, Diallag und Hypersthen (Bronzit) statt. Die chemische Zusammensetzung aller dieser Substanzen kann nach den Analysen meines Bruders, Köhler's und Klaproth's durch dieselbe allgemeine Formel bezeichnet werden. Es findet sich in allen Kieselsäure und dieselben Basen, und die Menge des Sauerstoffs der Kieselsäure ist in allen doppelt so grofs, als der Sauerstoff der Basen zusammengenommen; aber bei den Augiten scheint sich ein gröfseres Verhältnifs der Kalkerde zur Talkerde, bei dem Diallag ein etwas gröfseres Verhältnifs der Talkerde zur Kalkerde, und bei dem Hypersthen und dem Bronzite ein noch gröfseres Verhältnifs der Talkerde zur Kalkerde zu finden. Diefs Verhältnifs kann mit dazu beigetragen haben, dafs in dem Augite die einen Spaltungsflächen, in dem Diallag und Hypersthen die andern Spaltungsflächen vollkommner wurden.

Wenn durch anderweitige Beobachtungen die Schwierigkeiten aus dem Wege geräumt seyn werden, die der Vereinigung der Hornblende und des Augits in eine Gattung entgegenstehen, und die, wie ich glaube, wohl zu beseitigen sind, so haben wir eine grofse Gattung in der Hornblende, Augit, Hypersthen, Diallag und die Krystalle in dem Grünstein vom Ural höhere Abtheilungen als Species bilden. Die *Hornblende* ist durch die Spaltungs- und Krystallflächen parallel den Flächen eines Prisma's von 124° ½ charakterisirt, der *Augit* durch die Spaltungs- und Krystallflächen parallel den Flächen eines Prisma's von 87° ½, der *Hypersthen* durch die Spaltungsflächen parallel den Flächen desselben Prisma's, und durch eine andere parallel der Abstumpfungsfläche der scharfen Seitenkante desselben, welche letztere die ersteren an Vollkommenheit bei weiten übertrifft, der *Diallag* durch die

Vollkommenheit dieser letzteren Spaltungsfläche, die noch vollkommener ist, als beim Hypersthen; die Krystalle aus dem Grünstein vom Ural durch die Spaltungsflächen der Hornblende und die Krystallflächen des Augits. Es kann vielleicht von Nutzen seyn, diese Krystalle mit einen besonderen Namen zu bezeichnen, ich schlage deshalb für sie den Namen *Uralit* vor, der von dem Ural hergenommen ist, wo sich diese Krystalle so ausgezeichnet finden.

Fassen wir die Gründe zusammen, die für die Vereinigung der Hornblende und des Augits in einer Gattung sprechen, so sind es kürzlich folgende:

1) Die Winkel der Hornblende und des Augits lassen sich vollkommen auf einander reduciren.
2) Die chemische Zusammensetzung beider Substanzen ist sich sehr ähnlich.
3) Die specifischen Gewichte beider Substanzen bilden Reihen, die gleich hoch hinaufgehen, wenn gleich die Reihe bei der Hornblende tiefer hinabgeht.
4) In den Grünsteinen vom Ural finden sich Krystalle, die die Spaltungsflächen der Hornblende und die Form des Augits haben.
5) Hornblende und Augit kommen in regelmäfsiger Zusammengruppirung vor, in welcher die Krystalle parallele Axen haben, und die stumpferen Seitenkanten der Hornblende parallel sind den schärferen des Augits. Solche Zusammengruppirungen finden sich nicht allein bei eingewachsenen Krystallen, wie bei den Grünsteinen vom Ural, sondern auch bei aufgewachsenen Krystallen, wie bei den Sahliten von Arendal.
6) Die Unterschiede in der Form zwischen Hornblende und Augit lassen sich durch die verschiedenen Umstände erklären, in denen diese Mineralien sich bildeten. Die erstere Form entsteht bei langsamer,

die letztere bei schneller Abkühlung der geschmolzenen Masse. Diefs ergiebt sich aus folgenden Gründen:

a) Durch Schmelzung der Hornblende im Platin- oder Kohlentiegel erhält man Krystalle, die die Form des Augits haben.

b) Durch Schmelzung der Bestandtheile der Hornblende und des Augits erhält man nun Krystalle mit der Form des Augits.

c) Unter den krystallisirten Schlacken und Hüttenproducten finden sich nur Augit- und keine Hornblendekrystalle.

d) Hornblende kommt gewöhnlich mit anderen Mineralien vor, wie Quarz, Feldspath, Albit, Rhyakolith u. s. w., die sich durch langsames Erkalten der geschmolzenen Masse gebildet haben; Augit am häufigsten mit Olivin, der sich durch schnelles Erkalten bildet.

e) Wo Hornblende und Augit zusammen vorkommen, sind die Massen verschieden zusammengesetzt, und daher verschieden schmelzbar; die schwerer schmelzbare Masse ist Augit, und die leichter schmelzbare Hornblende, und die letztere hat sich um die erstere gebildet.

II. *Untersuchungen der Mineralquellen am Kaukasus, nebst Bemerkungen über die geognostische Beschaffenheit von Inner-Rufsland und den Ursprung der Wärme heifser Quellen;*

von R. Hermann,
Ritter des St. Annenordens etc.

Dem nördlichen Abhange des Kaukasus entströmen eine Menge Mineralquellen, deren Untersuchung der Zweck einer Reise war, die ich mit meinem Freunde, dem Hrn. Dr. Jähnichen, im Herbst des Jahres 1829, nach diesen Gegenden anstellte, und deren Resultate ich in gegenwärtigen Aufsatz niederlegen werde.

Ehe ich jedoch zu der specielleren Beschreibung dieser Quellen übergehe, sey es mir erlaubt, einen allgemeinen Ueberblick der geognostischen Beschaffenheit des Striches von Rufsland, den wir auf unserer Reise sahen, besonders aber des Terrains, dem jene Mineralquellen entströmen, zu geben.

Der ganze Strich von Georgieffsk bis zu der Waldaischen Wasserscheide, im Norden Rufslands, bildet eine fast ununterbrochene Ebene, die an diesen beiden Extremen ungefähr eine Höhe von 1000′ über dem Meeresspiegel erreichen mag. Sie senkt sich von beiden Punkten aus nach den Niederungen herab, die der Don bei Asow durchströmt, und die sich kaum über den Spiegel des schwarzen Meeres erheben. — Selten ist diese Fläche durch Hügelketten unterbrochen, die sich in der Regel an den Ufern der Flüsse hinziehen, und die ihre Umgebungen höchstens um 300 Fufs überragen. — Der Boden dieser weiten Ebene wird fast durchgängig durch Anschwemmungen überdeckt, die der Bildungszeit der Kreide

ngehören, und die der Altersfolge nach aus Sandstein, Kreide, Zusammenschwemmungen von Terebratuliten mit Enkriniten, seltener mit Orthoceratiten, Lehm mit Spuren von Kreide, Mergel mit Terebratuliten und Sand zusammengesetzt sind *).

Hiervon machen nur das Plateau der Gouvernements von Moskau, Twer u. s. w., und die Niederungen zwischen Nowo-Tscherkask und Stawrepol Ausnahmen.

Jenes Plateau, das sich von den nördlichen Gränzen des Gouvernements von Tula bis zur Waldaischen Wasserscheide hinaufzieht, wird durch ein, mehrere hundert Fufs mächtiges Sandlager gebildet, welches auf dem oben erwähnten Kreide-Terrain ruht, und das Korallenbänke, auch Flöze zusammengeschwemmter Muschelschaalen, Plänerkalk und Mergel umschliefst. Hin und wieder trifft man in demselben Sande Lager von Töpferthon und Nester von Gyps an. Die organischen Reste, die dieses Terrain umschliefst, gehören ihrer Hauptmasse nach Zoophyten an. Ich nenne hiervon nur Astroites, Hydrophora, Favosites, Chaetetes, Harmodites, Halisites, Reteporites, Encrinites, Orthoceratites u. s. w. Unter den übrigen Resten fanden sich besonders Orthotetes, Terebratula, Choristites, Productus, Bellerophon, Echinites, Belemnites, Helicites, Ammonites u. s. w. Ich verweise übrigens hierüber auf das schöne Kupferwerk meines verehrten Freundes, des Hrn. wirklichen Etatsraths v. Fischer **), *Oryctographie du gouvernement de Moscou.*

*) Das älteste Glied ist der Sandstein. Am Kaukasus ruht er auf Jurakalk.

**) Man könnte mir vielleicht einen Vorwurf daraus machen, dafs ich das Terrain von Moskau von dem Kreide-Terrain unterschieden aufgeführt habe. Ich will deshalb die Gründe, die mich dazu bewogen, anführen. Es ist unmöglich scharfe Gränzen zwischen den verschiedenen Gesteinbildungen, die die Rinde unseres Planeten zusammensetzen, zu ziehen. Erst wenn man die Extreme der Gesteingruppen mit einander vergleicht, ist ihr Unterschied auffallend. So unterscheiden sich die geschmolzenen Zeugen des

Die Niederungen zwischen Nowotscherkask Stawrepol werden dagegen durch ein Terrain erfüllt, welches sich durch die Neuheit der Thierformen, die es umschliefst, auszeichnet. Denn die Hügel, die es nördlich an den Ufern des Schwarzen und Asovschen Meeres, an den Ausflüssen des

frühsten, sonnenähnlichen Zustandes unserer Erde sehr auffallend von den chemischen Niederschlägen, die sich aus dem Ocean der Flözzeit absetzten; aber einzelne Glieder der Uebergangsformation erregen häufig Zweifel, ob man ihnen eine Entstehung durch Schmelzung oder durch Zusammenschwemmung zuschreiben soll. Geht es so mit Gesteinen, die auf ganz heterogene Weise entstanden sind, um wie viel unmerklicher müssen die Gränzen der einzelnen Gruppen jener drei grofsen Klassen in einander verschwimmen. Wer könnte auch mit Schärfe die Uebergangsglieder des Zechsteins von den der neueren kalkigen Ablagerungen und die Uebergangsglieder des letzteren Terrains von denen der Kreide trennen! — Das Princip der Eintheilung der grofsen Gesteinklassen oder Formationen in einzelne Gruppen oder Terrains kann mithin in keiner scharfen Trennung der einzelnen Glieder einer Klasse bestehen, sondern nur in einer Aneinanderreihung derjenigen Glieder zu Gruppen, die in zusammenhängenden Zeiträumen unter gleichen Bedingungen erzeugt wurden, und somit auch rücksichtlich ihrer äufseren Charaktere ein bezeichnendes Gepräge erhielten. Giebt man diefs zu, so ist die Trennung des Terrains von Moskau von dem der Kreide gerechtfertigt. Denn zu dem Terrain der Kreide müssen alle secundären Zusammenschwemmungen gerechnet werden, die neuer als Jurakalk und der Ironsand und Greensand der Engländer sind, die aber von *Kreide umschlossen werden.* Deshalb rechnete ich oben: Sandstein, Zusammenschwemmungen von Terebratuliten, Lehm und Mergelschichten zum Kreide-Terrain, weil der älteste Sandstein dieser Gruppe in Kreide übergeht, und die übrigen Glieder mit Kreide wechseln, und weil in den neusten Lehm- und Mergelschichten dieser Gruppe noch Spuren von Kreide vorkommen.

Mit welchem Rechte könnte man aber eine Sandschicht, in der keine Spuren von Kreide zu finden sind, und die das Kreide-Terrain in einer Mächtigkeit von mehreren hundert Fufs und in enormer Ausdehnung überlagert, und das ihm eigenthümliche Seethier-Reste umschliefst, eine gleichzeitige Bildung mit der Kreide zuschreiben? Das Moskauer Terrain, obgleich es sich aus derselben Wassermasse ablagerte als das Kreide-Terrain,

Don's und längs des Manetsch, südlich aber bei Stawre-pol und im Lande der Tschtschensen an den Ufern der Sunscha umgränzen, bestehen aus Zusammenschwemmungen von Muschelschaalen, in denen man Arten von Corbula, Mytulus und Glycymeris unterscheidet, die man noch gegenwärtig im Schwarzen oder Caspischen Meere lebend vorfindet. Dieses ist das Terrain, auf das schon der Prof. Eichwald in einem, in dem *Bulletin de la société imperiale des naturalistes de Moscou, No.* 1. 830, mitgetheilten, Aufsatze hindeutet, und Küstenformation nennt. Als charakteristisch für dasselbe will ich noch bemerken, dafs es aus Zusammenschwemmungen der genannten Muschelreste, die mit Sand und Sandstein wechseln, zusammengesetzt ist, und dafs es sich in *horizonta-*

bildete sich später als dieses. Während der Periode seiner Consolidirung war *Ruhe* der Charakter des Oceans der Flözzeit, durch sie begünstigt bildeten sich die zartesten und schönsten Seethier-Formen in grofser Menge aus, *sie* drückte dadurch den Gesteinschichten Moskau's den Stempel eines eigenthümlichen des Zoophyten-Terrain auf. — Freilich geht unser Moskauer Terrain allmälig in das der Kreide über, und oft war ich verlegen, ob ich Mergel- und Sandschichten des Striches zwischen Zadousk und Tula zu den einen oder den andern rechnen sollte, aber diese Inconvenienz theilt jede noch so charakteristische Gesteingruppe. — Von der tertiären Formation ist das Moskausche Zoophyten-Terrain bestimmt unterschieden. Der Charakter der Bildung des ersteren war die wildeste Zerstörung. Eine schnell aus den Tiefen der Erde hervorbrausende, aber auch schnell wieder verlaufende Fluth schwemmte Alles durch einander, was sich Jahrtausende hindurch in ruhiger Ordnung ausgebildet hatte. Unordnung ist der Stempel dieser Zusammenschwemmungen, und bunt unter einander gewürfelt, umschliefsen die Gräber der antidiluvianischen Schöpfung: Säugthier-, See- und Süfswasser-Thier- und Pflanzen-Reste. Häufig genug finden sich in den Umgebungen Moskau's tertiäre Anschwemmungen, aber nirgends können sie mit dem Zoophyten-Terrain verwechselt werden, denn *Pflanzenreste*, die man neben Seethier- und Säugthier-Resten in ihnen findet, bezeichnen die ersteren als constante Begleiter.

len Schichten nicht über 300 Fufs über das gegenwärtige Niveau unseres Weltmeers erhebt. Ich glaube, dafs es sich bildete, als das Niveau des Oceans der *Flözzeit* das unseres jetzigen Oceans nur noch ungefähr um 200 bis 300 Fufs überragte.

Aber so wie man die Schneegipfel des Kaukasus über den Horizont der Steppe hervorragen sieht, verliert sich auch das Kreide-Terrain, denn es wird nunmehr durch aufgeschwemmtes Land überdeckt, welches vom Gebirge herabgeschwemmt wurde, und das in der Ebene zwischen Georgieffsk und den Vorbergen des Kaukasus gar mannigfaltig gemischt erscheint. Die Extreme dieser Mischung sind Gerölle aus Kalk und aus geschmolzenen Gesteinen, vorzüglich Trachyt. Diese Gerölle sind entweder unverwittert, und finden sich theils lose, theils mit einem kalkigen Bindemittel zu Nagelflüe und Conglomeraten vereinigt, die in dem Thale des Podkumok, zwischen Georgieffsk und dem Gebirge, häufig entblöfst werden; oder sie sind verwittert, und erzeugen nun, je nachdem die Trachyte oder Kalksteinreste vorwalten, Thon oder sehr kalkreichen Mergel. Thon und Mergel sind hinwiederum in den mannigfaltigsten Verhältnissen unter einander gemischt und zum Theil wieder verhärtet; sie erzeugen nun eine Menge erdiger, häufig auch wieder zu Stein verhärteter Mischungen *), für die die Geognosie kaum Namen hat. Im Allgemeinen zeigen diese neuen Gemenge eine grofse Neigung zu schiefriger Textur. Sie treten dann als schiefriger Kalkstein, als Mergelschiefer und als Schieferthon mit zahlreichen Zwischengliedern auf **).

*) Da wo grofse Trachytmassen die Erdrinde durchbrachen, finden sich gewöhnlich jene wieder zu Stein verhärteten Mischungen. Namentlich gilt diefs von den Mergeln. Sie bilden dann einen dichten, schiefrigen Kalkstein, in dem keine Versteinerungen vorkommen. Ich halte diese Verhärtung für die Wirkung der Wärme des ursprünglich glühenden Trachyts.

**) Diese Thon- und Kalkgemenge sind in der Regel sehr salzreich. Sie enthalten nämlich Gyps und Natron- und Magnesia-Silicate,

Dieses aus dem Gebirge herabgeschwemmte Terrain setzt sich bis ungefähr 60 Werst südlich von Georgieffsk fort, aber hier 20 Werst südlich von Piätigorsk erheben sich die Vorgebirge des Kaukasus. Sie bestehen aus einem Kalkstein, vom Alter des Jurakalks, der mit einer Kreideschicht überlagert ist. Beide Gesteine, sowohl der Kalkstein als die Kreide, sind ansteigend geschichtet, und lehnen sich an die älteren Kalksteine und Schiefer des Hochgebirges, und diese wieder an die Trachyte der 12 bis 15000 Fufs hohen, mit ewigem Schnee bedeckten Klippen, Kegel und Dome des Kaukasus an.

In einer Höhe von 2500 Fufs über dem Meere findet man bei Kislawodsk, über dem Jurakalk und einem Sandsteine vom Alter der Kreide, ein gegen 500 Fufs mächtiges tertiäres Sandlager, welches sich mithin bis zu einer Höhe von 3000 Fufs über das Meer erhebt. Dieses Sandlager umschliefst Baumstämme, von Bohrmuscheln benagte Holzstücke, noch gänzlich unbekannte Species von Ammoniten, Muscheln, die Aehnlichkeit mit Pinna und Cardium haben, und gewöhnliche Flufsmuscheln. Aufserdem finden sich darin Trümmer von sehr grofsen Conchylien, deren Arten man nicht mehr erkennen kann. — Alle diese Reste sind so durch einander gemischt, dafs

und erzeugen nun, ganz so wie es der Dr. Struve und ich bei den Mergeln von Saydschütz und Püllna, in Böhmen, fanden, Glaubersalz und Bittersalz, indem sich der Gyps zu Kalksilicat umbildet, und seine Schwefelsäure an das Natron und die Magnesia abtritt. Dieses Verhalten der Kaukasischen Mergel giebt zu einer sonderbaren Erscheinung Veranlassung. Auf dem Wege von Georgieffsk nach Piätigorsk wird man nämlich im Sommer durch zwei Flächen überrascht, die ganz das Ansehen von Schneefeldern haben. Sie sind die Boden zweier kleiner Seen, die sich in einem solchen Mergellager gebildet haben. Das Wasser, welches sich im Winter und Frühjahr in ihnen ansammelt, laugt die Mergelschichten aus, verdunstet dann im Sommer, und hinterläfst eine oft mehrere Zoll dicke Salzkruste, die aus Glauber- und Bittersalz besteht. Die Tscherkessen und Nagayen sammeln dieses Salz und mischen es unter das Futter ihres Viehes.

man häufig in einem Sandknollen von der Gröfse einer Faust Holz, See- und Süfswasser-Muscheln vereinigt finden kann *).

In jener mit aufgeschwemmtem Lande überdeckten Ebene, die sich zwischen Georgieffsk und dem Fufse der kaukasischen Vorgebirge hinzieht, erhebt sich eine Gruppe von Kegelbergen, von denen der Beschtau, zwischen dem Podkumok und dem Kuma, der höchste ist. Er bildet eine fast regelmäfsige, scharf zugespitzte, vierseitige Pyramide, mit vier auf den Seitenkanten aufgesetzten Nebenkuppen, und erhebt sich 4124 **) Par. Fufs über das Meer, und gegen 3000 Fufs über seine Umgebungen.

*) Geht man von den von Elie de Beaumont aufgestellten Ansichten zur Feststellung des Alters der Gebirgszüge aus, so würde der Kaukasus in einer sehr späten Periode in die Höhe gehoben worden seyn, nämlich später noch als jene Anschwemmungen, die durch Muschelreste noch jetzt in dem Schwarzen und Caspischen Meere lebender Arten charakterisirt werden. Jene Muschelreste finden sich nämlich am Don (bei Nowotscherkask) in vollkommen horizontal gelagerten, mit Sand, Lehm oder auch Töpferthon wechselnden Schichten, aber schon 40 Werst nördlich von Stawrepol zeigen dieselben Muschelreste eine nach Süden zu ansteigende Lagerung. Dieselbe ansteigende Schichtung kommt allen Gesteinen zu, die älterer Entstehung als jene (meiner Ansicht nach) letzten Anschwemmungen des Oceans der Flözzeit sind. Namentlich kommt sie der Kreide und dem Jurakalke am Fufse des Hochgebirges bei Kisladowsk zu. Von Bedeutung schien es mir daher, dafs die ansteigende Lagerung der Schichten jenem tertiären Sandlager zu fehlen schien, dafs sich bei Kislawodsk über dem Kreide-Terrain vorfindet. Hätte man eine Bürgschaft dafür, dafs sich das Liegende jener tertiären Anschwemmung nicht nach dessen Ablagerung noch gehoben habe, so würde man an ihr ein Merkzeichen der Höhe der tertiären oder Sündfluth haben, die hiernach eine Höhe von 3000 Fufs über den jetzigen Stand des Oceans erreicht haben müfste. Der Kaukasus aber wäre in dem Zeitraum gehoben worden, während welchen der secundäre Ocean nur noch eine Höhe von ungefähr 200 bis 300 Fufs über den jetzigen Stand des Weltmeers einnahm, und kurz vor jener Wärme-Explosion, die aus dem Innern der Erde die tertiäre Fluth hervortrieb.

**) Alle Angaben von Höhen, die in diesem Aufsatze vorkommen,

Das Gestein des Beschtau's ist ein grauer Trachyt, essen feldspathähnlicher Teig Krystalle von Feldspath, nd als untergeordnete Einmengungen Glimmer, Hornlende und graue Quarzkörner umschliefst. Der Fufs es Berges besteht aus schiefrig-thonigem Kalkstein, der m den Trachyt herum wallförmig aufgeworfen ist, und adurch beweist, dafs letzterer bei seinem Hervorströen eine Kalkschicht durchbrach, und sie dabei in die Iöhe hob.

Um den Beschtau herum gruppiren sich noch viele ndere Kegelberge, von denen sechs fast die Höhe von 000 Fufs über dem Meere erreichen. Sie bestehen fast lle aus Trachyt, der durch aufgeworfenen schiefrigen Kalkstein mehr oder weniger überdeckt wird. Dieser Trachyt besteht durchgängig aus denselben Gemengtheien, wie der des Beschtau's, und zeigt hin und wieder grofse Neigung zu säulenförmigen Absonderungen, die besonders am Kumgara, einem Kegelberge am Ufer des Ruma, deutlich hervortritt. Die Trachytsäulen sind hier so schön ausgebildet, als die berühmten Basaltsäulen von Stolpen in Sachsen. — Nur zwei Berge fand ich in der Gruppe, die den Beschtau umringt, wo der schiefrige Kalkstein nicht von dem Trachyte durchbrochen worden ist. Dieses sind der Lissia Gora, oder kahle Berg, und der Maschuka. Der letztere ist durch die heifsen Schwefelquellen, die seinem Abhange entströmen, berühmt worden. Er erhebt sich 2854 Par. Fufs über den Ocean, und hat die Gestalt eines abgestumpften Kegels. Die Schichten seines schiefrigen und thonigen Kalksteins sind an seinen Abhängen steil abgestürzt; auf dem Gipfel liegen sie aber horizontal. An seiner Südostseite findet sich ein tiefer Erdfall. Alles diefs beweist, dafs sein

sind die Resultate der Messungen, die ich mit dem Hrn. Dr. Jähnichen anstellte, und zu denen der Hr. Hofrath Dr. Konradi in Piätigorsk die correspondirenden Beobachtungen gütigst übernahm.

Kalkstein in die Höhe gehoben worden ist, und dafs der Kern des Berges, wahrscheinlich eben so wie beim Beschtau, aus Trachyt bestehen dürfte, dessen Masse aber nicht mächtig genug war, um die Kalkschicht gänzlich zu durchbrechen.

Die geognostische Beschaffenheit des Striches von Moskau bis an die kaukasische Wasserscheide ist also ziemlich einfach. Man denke sich jene ungeheure Fläche mit (aus oben angeführten Gliedern zusammengesetzten) Kreide-Terrain bedeckt, und dieses:

von Tula bis Moskau, und nördlicher: mit dem Moskauschen Terrain; — von Nowotscherkask bis Stawrepol mit den Eichwald'schen Küsten-Terrain; — von Georgieffsk aber bis zu den Punkten wo sich die kaukasischen Vorgebirge steiler über den Horizont erheben: mit von dem Gebirge herabgeschwemmten Lande überlagert.

An letzteren Punkten aber steigt das Kreide-Terrain wieder über das Schuttland empor, und wird durch die Formation des Kaukasus getragen.

Auf diese Weise wird man sich einen zwar oberflächlichen, aber richtigen Begriff von der geognostischen Beschaffenheit dieser Gegenden machen.

Die Mineralquellen, die dem Fufse des nördlichen Abhanges des Kaukasus entströmen, kann man sich in zwei Gruppen vertheilt vorstellen.

Die eine dieser Gruppen findet man in der mit aufgeschwemmten Lande überdeckten und von Trachytkegeln durchbrochenen Ebene, zwischen Georgieffsk und den Vorgebirgen des Kaukasus. — Die andere Gruppe liegt in dem Küsten-Terrain zwischen dem Terek und dem Gebirge. — Ich werde die erste der Kürze wegen die Beschtau-Gruppe und die zweite die Terek-Gruppe nennen.

Ueber die Mineralquellen der Beschtau-Gruppe.

Die Quellen, die ich zu dieser Gruppe zähle, liegen alle in der Nähe einer geraden Linie, die sich, von Norden nach Süden in einer Ausdehnung von ungefähr 60 Wersten von den Ufern des Kuma, vom Kumgara aus, über den Beschtau nach Kislawodsk ziehen läfst. Diese Linie durchschneidet ein Terrain, das gröfstentheils aus sehr mannigfaltig gemischtem und von Trachyt durchbrochenem, aufgeschwemmtem Lande besteht. Nur die südlichsten Punkte, die sie in den Umgebungen von Kislawodsk berührt, erreichen mit Kreide überdeckten Jurakalk.

Die bis jetzt bekannten Quellen dieser Gruppe sind:

1) Die warmen Schwefelquellen von Piätigorsk am Maschuka.
2) Die warmen eisenhaltigen Quellen am Eisenberge.
3) Das Sauerwasser Narsanna bei Kislawodsk.
4) Eine kalte Schwefelquelle am Padkumok, nicht weit von seiner Vereinigung mit dem Flüfschen Baykund.
5) Mehrere sogenannte Quellen eines alkalischen Wassers, an derselben Stelle vorkommend.
6) Ein kaltes Eisenwasser, 15 Werste von Kislawodsk entfernt.
7) Mehrere laue Schwefelquellen am Fufse des Kumgara.

Man hat über diese Quellen schon viel geschrieben. Ich verweise deshalb diejenigen, die sich mit dieser Literatur vertrauter machen wollen, auf folgende Werke:

1) Mineralbäder in der Kaukasischen Statthalterschaft, von Greiser; im nordischen Archiv, Bd. 4. (November 1803.)
2) *On the Caucasian mineral waters, in Tilloch's Philosophical Magazine, Vol. XXVII.*
3) *Ma visite aux eaux d'Alexandre en* 1809 *et* 1810, *par le Dr.* Fr. de Haas. *Moscou* 1811.

4) *Lettres écrites dans un voyage de Moscou au Caucase, par le Dr.* Kimmel.
5) Reise in den Kaukasus und nach Georgien, unternommen in den Jahren 1807 und 1808 von Jul. Klaproth. Berlin 1812.
6) Reise in die Krimm und den Kaukasus von Engelhardt und Parrot. Berlin 1815.
7) Pallas, Reise in die südlichen Statthalterschaften des Russischen Reichs.
8) Versuch einer systematischen Uebersicht der Heilquellen des Russischen Reichs, von Dr. Scherer. Petersb. 1820.
9) Medicinische Annalen der Kaukasischen Heilquellen, von Dr. Conradi. 1824.

Und aufserdem noch fünf Schriften in Russischer Sprache.

So viel man aber auch über die Quellen der Beschtau-Gruppe geschrieben hat, so fehlten doch zuverlässige chemische Untersuchungen derselben leider bisher noch immer.

Mit qualitativen chemischen Prüfungen durch Reagentien beschäftigten sich Pallas, Haas und Soboleff.

Quantitative Bestimmungen haben Schwenson, Reufs und Niliubin geliefert. Die Resultate der Untersuchungen von Schwenson weichen zu sehr von der wirklichen Beschaffenheit des Wassers ab, als dafs sie Vertrauen einflöfsen könnten.

Reufs war nicht an der Quelle, sondern beschränkte seine Untersuchungen blofs auf die Rückstände, die der Dr. Haas bei der Verdampfung der Wässer erhielt. Seine Untersuchungen umfassen daher nicht die gasförmigen Bestandtheile derselben.

Am ausgeführtesten sind die Untersuchungen von dem Professor Niliubin. In der That kommen seine Angaben rücksichtlich der Quantitäten der festen Bestandtheile der Wahrheit sehr nahe. Er hat aber mehrere derselben übersehen, und seine Bestimmungen der Quan-

tităten der Hydrothionsäure sind sehr fehlerhaft. So giebt der Prof. Niliubin unter andern an, dafs die Elisabeth-Quelle, ein Wasser, welches man ohne Widerwillen trinken kann, in 16℥=9,33 Par. Quadratzoll Hydrothionsäure enthalten soll; eine Angabe, die, wenn sie begründet wäre, das Wasser untrinkbar machen müfste! In der That finden sich in dieser Quelle aber nur 0,09 Par. Quadratzoll Hydrothionsäure; der Hr. Prof. Niliubin hat sich mithin rücksichtlich dieses wichtigsten Bestandtheils der Schwefelquellen um das 100fache geirrt! Ich würde diese Abweichung einem Druckfehler zuschreiben, wenn sie sich nicht in einem ähnlichen Verhältnisse bei allen übrigen von ihm untersuchten Schwefelquellen wiederholte. Sie mufs deshalb durch eine fehlerhafte Methode der Bestimmung der Hydrothionsäure erzeugt worden seyn. — Das Angeführte wird hinreichen, um darzuthun, dafs neue Untersuchungen jener wichtigen Heilquellen, die jährlich von mehreren hundert Familien benutzt werden, keinesweges als überflüssig betrachtet werden können.

Ueber die Quellen am Maschuka.

Unter allen Mineralwässern am Kaukasus werden die warmen Schwefelquellen am Maschuka am häufigsten benützt. Die Tscherkessen nennen sie Psi chwaba. — Der Ort, der sich in der Nähe dieser Quellen gebildet hat, hiefs früher Garätschiwodsk, gegenwärtig Piätigorsk. Er liegt einige Werste von Konstantinogorsk und 40 Werste südwestlich von Georgieffsk am Fufse des Maschuka, in einer Höhe von 1400 Fufs über dem Meere *).

Der südliche Abhang des Maschuka ist bis zu einer Höhe von 400 Fufs mit fasrigem Kalksinter bedeckt, der

*) Diefs ist die Höhe der Wohnung des Hrn. Dr. Konradi.

noch aufserdem als ein wallförmiges Joch vom Berge abspringt und ein kleines buchtenförmiges Thal umschliefst, in dem die Badeanstalten liegen. Am südlichsten Vorsprunge und auf dem Rücken jenes Sinterjochs entspringt in einer Entfernung von 1 Werst eine grofse Anzahl warmer Quellen.

Die Alexander-Quelle ist die Hauptquelle, und wird mit den beiden Warwazischen Quellen (auch Marien-Quellen genannt) und der Kalmücken-Quelle ausschliefslich zum Baden gebraucht. Die Nicolai-, Sabanäeffsche, Elisabeth- und Michaëli-Quellen wendet man, vorzüglich die beiden letzteren, zum innerlichen Gebrauche an.

Ich bestimmte gemeinschaftlich mit dem Dr. Jähnichen die Temperatur dieser Quellen am 5. Octobr. 1829, Nachmittags zwischen 3 und 5 Uhr. — Wir wendeten dabei corrigirte Thermometer an, deren Kochpunkt bei einem Barometerstande von 29,64″ engl. gefunden worden war, und erhielten folgende Resultate.

Temperatur:

der Alexander-Quelle 38° R. (ein uncorrigirter Thermometer von Pixii in Paris zeigte 38° ½ R.;
der Nicolai-Quelle 35° ½ R.;
der ersten Warwazischen Quelle 24° ½ R.;
der zweiten Warwazischen Quelle 31° R.;
der Sabanäeffschen Quelle 32° R.;
der Elisabeth-Quelle 25° R.;
der Michaëli-Quelle 33° R.

Das specifische Gewicht der genannten Quellen ist sich vollkommen gleich. Ich fand es mit Hülfe eines genauen, dem Nicholson'schen ähnlichen, Wittstock'schen Glas-Aräometers *), bei einer Temperatur des Wassers von 14° ½ R., wie folgt:

*) Das Instrument erlaubte Bestimmungen bis 0,0005 Theile des spec. Gewichts.

Alexander-Quelle	1,0040
Nikolai-Quelle	1,0040
Sabanäeff'sche Quelle	1,0040
Warwazische Quelle	1,0040
Elisabeth-Quelle	1,0040
Michaëli-Quelle	1,0040.

(Nach dem Prof. **Niliubin** schwankt das spec. Ge-
icht dieser Quellen zwischen 1,0080 und 1,0094. Diese
ngaben können aber nicht richtig seyn, da man, selbst
enn man das spec. Gewicht derselben nach den Ana-
sen von **Niliubin** berechnet, ebenfalls ein spec. Gew.
on ungefähr 1,0040 bekommt.)

Mit dem Wasser der genannten Quellen strömt zu-
leich Gas hervor, dessen Quantität besonders in den
Varwazischen Quellen so bedeutend ist, dafs das Was-
er fortwährend zu kochen scheint. Ich habe es auf fol-
ende Weise analysirt.

Man füllte ein kaliberirtes Glasrohr mit dem Was-
er der Quelle, tauchte die Mündung desselben unter
en Spiegel der letzteren, fing die Gasblasen in den Re-
pienten auf, verschlofs hierauf letzteren, nachdem er
ch mit Gas gefüllt hatte, mit dem Finger, und öffnete
n unter Quecksilber. Bleizucker verändert aber das
olumen des Gases so unbeträchtlich, dafs ich abstehen
ufste die Quantität der Hydrothionsäure auf diese Weise
ır mit einiger Sicherheit bestimmen zu können. — Aetz-
ıli verschluckte fast das ganze Gas. Es blieb nur ein
ringer Rückstand, der mit Hülfe des Volta'schen Eu-
ometers in Sauerstoffgas und Stickgas zerlegt wurde. —
m die Quantität der Hydrothionsäure sicherer bestim-
en zu können, so wählte ich einen gröfseren Recipien-
n, der 100 rheinl. Quadratzoll aufnahm. Ich füllte ihn
ıf erwähnte Weise mit dem Gase der Quellen an, er-
ärmte dasselbe bis zur Temperatur der Quelle, ver-
hlofs die Mündung des Recipienten mit dem Finger und
fnete sie unter einer Auflösung von saurem essigsauren

Blei. Durch die Abkühlung verminderte sich das Gasvolumen, und es trat schnell eine zur vollkommenen Verschluckung der Hydrothionsäure hinreichende Menge Bleilösung in den Recipienten hinein. Man verschlofs hierauf seine Mündung und schüttelte das Gas mit der Bleilösung. Es bildete sich hierbei Schwefelblei, was auf ein Filter gespühlt und gewogen wurde. Aus seinem Gewichte berechnete man die Menge der Hydrothionsäure, indem man bei der Rechnung 13,34 Procent Schwefel im Schwefelblei annahm. Auf diese Weise fand man das Gas, welches sich in der wärmeren Warwazischen Quelle entwickelt, in 100 Volumen zusammengesetzt, aus:

99,544	Vol.	Kohlensäure
0,248	-	Schwefelwasserstoffgas
0,187	-	Stickgas
0,021	-	Sauerstoffgas
100,000.		

Das Gas der Michaëli-Quelle hatte ganz genau dieselbe Zusammensetzung. Das der Elisabeth-Quelle dagegen enthielt:

99,126	Vol.	Kohlensäure
0,250	-	Schwefelwasserstoffgas
0,561	-	Stickgas
0,063	-	Sauerstoffgas.
100,000.		

Die Gegenwart von Sauerstoffgas in einem Gasgemenge, welches Hydrothionsäure enthält, ist zwar auffallend; allein für die Intensität der chemischen Thätigkeit der Gasarten gilt dasselbe Gesetz, wie für die der tropfbaren Flüssigkeiten, sie wird nämlich durch Verdünnung geschwächt. Ein Gemenge aus Sauerstoffgas und Hydrothionsäure wird sich mithin um so langsamer zersetzen, je gröfser die Beimischung anderer indifferenter Gasarten ist. Dafs die Wirkung der Hydrothionsäure auf das Sauer-

stoffgas in den untersuchten Gasgemengen nicht gänzlich aufgehört habe, dafür sprechen die gefundenen Verhältnisse des Stickgases zum Sauerstoffgas, indem es höchst wahrscheinlich ist, dafs sich beide als atmosphärische Luft der Kohlensäure beimengten. In der atmosphärischen Luft kommen aber auf 100 Vol. Stickgas 26,56 Vol. Sauerstoffgas. In den untersuchten Gasgemengen fanden sich aber auf 100 Vol. Stickgas nur 11,23 Vol. Sauerstoffgas.

Eine diesen Gasgemengen sehr ähnliche Zusammensetzung hat auch das Gas, welches man erhält, wenn man das Wasser der Quellen in einem pneumatischen, mit der Quecksilberwanne in Verbindung stehenden Apparate kocht. Da aber durch Einwirkung des Quecksilbers die Hydrothionsäure zersetzt wird, so bestimmte ich in den auf diese Weise erhaltenen Gasgemengen nur die Kohlensäure und das Stickgas mit Hülfe bekannter Methoden. Die Quantität der an das Wasser gebundenen Hydrothionsäure erhielt ich aber auf folgende Weise.

Man füllte ein Glasgefäfs mit dem Wasser der Quelle an, verschlofs es unter dem Spiegel der letzteren und wog den Inhalt. Nachdem sich durch Auskühlen der auf ihren Pfropfen gestellten Flasche ein hinreichend leerer Raum gebildet hatte, wurde er durch eine saure Auflösung schwefelsauren Kupfers ersetzt. Die damit wieder angefüllte Flasche wurde dicht verpfropft, umgeschüttelt und hierauf ruhig hingestellt, damit sich das entstandene Schwefelkupfer absetzen könne. Letzteres wurde endlich auf ein Filter gebracht, mit ausgekochtem Wasser ausgelaugt, getrocknet und gewogen. Nach seinem Gewichte wurde die Hydrothionsäure berechnet, indem man für 100 Theile Schwefelkupfer 33,33 Schwefel annahm. Auf diese Weise gaben 100 Volumen des Wasser der Elisabeth-Quelle:

	97,091	Vol.	Kohlensäure
	0,333	-	Hydrothionsäure
	0,151	-	Stickgas *)
mithin	97,575	Vol.	Gas.

Ein anderes Mal erhielt ich aus derselben Quelle:

94,667	Vol.	Kohlensäure
0,350	-	Hydrothionsäure
0,150	-	Stickgas
95,167	Vol.	Gas.

100 Vol. des Wassers der Alexander-Quelle gaben:

60,888	Vol.	Kohlensäure
0,566	-	Hydrothionsäure
0,151	-	Stickgas
61,605	Vol.	Gas.

100 Vol. der Sabanäeff'schen Quelle gaben:

81,694	Vol.	Kohlensäure
0,706	-	Hydrothionsäure
0,151	-	Stickgas
82,551	Vol.	Gas.

100 Vol. der Michaëli-Quelle gaben:

80,000	Vol.	Kohlensäure
0,216	-	Hydrothionsäure
0,151	-	Stickgas
80,367	Vol.	Gas.

Das längere Zeit gekochte Wasser aller dieser Quellen verliert seinen Geruch nach Hydrothionsäure durch diese Operation gänzlich. Weder Blei noch Kupfersalze zeigen hierauf den geringsten Schwefelwasserstoff-Gehalt mehr an. Doch darf ich bei dieser Gelegenheit eine dem Wasser der Quellen am Maschuka eigenthümliche Er-

*) Alle Gasarten wurden bei 10° R. und 28" Par. Barometerhöhe gemessen.

cheinung nicht unerwähnt lassen. Hat man nämlich lurch lang anhaltendes Kochen, und zwar in Gefäſsen, lie das Wasser vollkommen vor der Einwirkung der atnosphärischen Luft schützten, alle Hydrothionsäure darıus entfernt, so erhält man eine Flüssigkeit, die Bleisalze vollkommen weiſs, saure Kupfersalze gar nicht trübt. Setzt man aber zu derselben Silbersalze, so erscheint das ntstehende Hornsilber auffallend braun gefärbt. (Ich rauche nicht erst zu erwähnen, daſs diese braune Färung unabhängig von der Einwirkung des Lichts erfolgte.) Löst man dieses Hornsilber in Aetzammoniak auf, so beommt man einen schwarzen Rückstand, der aus Schwefelınd Jod-Silber besteht.

Die Wässer von Piätigorsk enthalten mithin Schweel-Verbindungen, die nicht durch Blei- und Kupfer-Salze, vohl aber durch Silbersalze zersetzt werden, und dieſs önnen nur *unterschwefligsaure Salze* seyn.

Was den Jodgehalt dieser Quellen betrifft, so kann nan sich auf folgende Weise davon überzeugen. Man ıbergieſse die löslichen Salze derselben, die man durch Verdunstung des Wassers und Trennung von den erdigen Bestandtheilen erhalten hat, mit Stärkauflösung, der nan etwas rauchende Salpetersäure zugesetzt hat. Es vird sich hierbei in den Umgebungen des noch ungelöten Salzes eine blaue Zone bilden, die immer intensiver vird, je mehr sich Salz auflöst, das seinen Jodgehalt in len nächsten Schichten der umgebenden Stärklösung abetzen kann. Man muſs aber bei dieser Reaction durchıus die Vorsicht brauchen, trocknes Salz mit Stärklösung u übergieſsen, denn wendet man auch noch so concenrirte Lösungen desselben an, so entsteht doch keine Reıction, weil das durch Einwirkung der rauchenden Salpetersäure gebildete Chlor die geringe Menge der zu sehr ertheilten Jodstärke zu schnell zersetzt. Verdampft man lie Wässer von Piätigorsk bis auf $\frac{1}{10}$ ihres ursprünglichen Volumens, und filtrirt man hierauf das Flüssige von

den ausgeschiedenen Erden ab, so erhält man eine Auflösung der Salze dieser Wässer, die gegen Lackmustinktur alkalisch reagirt, zugleich aber durch basisch phosphorsaures Ammoniak getrübt wird. Versetzt man sie mit salzsaurem Baryt, so bekommt man einen Niederschlag, aus dem Salzsäure kaum Spuren salzsauren Baryts auszieht. Verdampft man sie zur Trockne, glüht man die zurückbleibenden Salze und löst man sie hierauf wieder in Wasser, so hat diese Flüssigkeit die alkalische Reaction verloren, enthält aber immer noch geringe Mengen von Magnesiasalzen. Diese Versuche beweisen, dafs die Salze der Wässer von Piätigorsk kein kohlensaures Natron, wohl aber geringe Mengen des bekannten Doppelsalzes von kohlensaurem Natron mit kohlensaurer Magnesia enthalten *).

Das übrige Verhalten und die übrigen Bestandtheile dieser Quellen stimmen mit denen anderer Mineralquellen vollkommen überein. Ich habe mich deshalb zu ihrer Zerlegung hinlänglich bekannter Methoden bedienen können, und erwähne nur, dafs die Quellen am Kaukasus weder Lithion noch Strontian, Substanzen, die ich so häufig in den Mineralwässern Deutschlands vorfand, enthalten, und dafs ich mich zur quantitativen Bestimmung der unterschwefligen und Hydrojod-Säure des salpetersauren Silbers bediente, indem ich das Chlorsilber von dem Schwefel- und Jod-Silber durch Aetzammoniak, und letztere durch Oxydation des Schwefels zu Schwefelsäure und Fällung der Schwefelsäure durch Barytsalze trennte.

Als Resultat meiner Untersuchungen der Wässer von Piätigorsk am Muschuka, erhielt ich folgende Zusammensetzung derselben für 16 Unz. Nürnberger Mediz. Gew.

*) Bei der Zusammenstellung der Bestandtheile dieser Quellen habe ich dieses Doppelsalz nicht besonders aufgeführt, sondern seine Elemente auf salzsaures Natron und kohlensaure Magnesia übertragen. Ich halte es nämlich für passend, bei dergleichen Zusammenstellungen entweder die Elemente isolirt, oder nach den allgemeiner angenommenen Verwandtschaftsgraden mit einander vereinigt, mithin die stärksten Basen mit den stärksten Säuren verbunden, aufzuführen.

Schwefelsaures Kali	0,6896 Gran	0,6896 Gran	0,6896 Gran
Chlormagnium	0,4324 -	0,5345 -	0,3847 -
Unterschwefligsaures Natron	0,0269 -	0,0269 -	0,0269 -
Jodnatrium	0,0407 -	0,0407 -	0,0407 -
Chlornatrium	11,0469 -	10,8856 -	11,5250 -
Schwefelsaures Natron	8,8819 -	9,2513 -	8,8919 -
Schwefelsaurer Kalk	0,1874 -	0,1874 -	0,1874 -
Kieselerde	0,5391 -	0,4608 -	0,5222 -
Phosphorsaure Thonerde	0,0184 -	0,0184 -	0,0184 -
Kohlensaures Manganoxydul	0,0080 -	0,0080 -	0,0080 -
Kohlensaurer Kalk	7,9196 -	7,1823 -	7,9273 -
Kohlensaure Magnesia	0,8924 -	0,8632 -	1,0308 -
Eisenoxyd *)	0,0092 -	0,0092 -	0,0092 -
Summa	30,6935 Gran	30,1579 Gran	31,2620 Gran
Gasgehalt in 100 Quadratzoll rheinl. Maafs.			
Kohlensäure	60,888 Quadratz.	97,091 Quadratz.	80,09 Quadratz.
Hydrothionsäure	0,566 -	0,333 -	0,216 -
Stickgas	0,151 -	0,151 -	0,151 -
Temperatur nach Réaumur.			
	38°	25°	33°

*) Ist dem Wasser mechanisch beigemengt.

Man ersieht aus dieser Zusammenstellung, dafs die untersuchten Quellen rücksichtlich ihres Gehaltes an festen Bestandtheilen übereinstimmend genannt werden können. Ich möchte dasselbe auch von den übrigen Quellen von Piätigorsk behaupten, und stütze mich dabei auf den gleichen Geschmack und auf die Gleichheit des specifischen Gewichts, und der übrigen physischen und chemischen Eigenschaften derselben, besonders aber auf folgende Erscheinung: Im Herbst, wenn sich wegen vorhergegangener Sommerdürre der Wasserzuflufs vermindert, versiegen regelmäfsig die am höchsten gelegenen Quellen, namentlich die Sabanäeffsche und Warwazischen, im Frühjahr sprudeln sie aber von Neuem wieder hervor. Diese Thatsache beweist offenbar, dafs die Quellen am Maschuka nur verschiedene Ausflüsse eines und desselben Wassers sind. Denn nur in diesem Falle werden die obersten Ausflüsse einer Wassermasse versiegen, wenn die tiefer gelegenen hinreichen, dieselbe zu Tage zu fördern. Dafs die Quellen verschiedene Temperatur und verschiedenen Gasgehalt besitzen, beweist nichts gegen diese Ansicht, denn Wasser von gleicher Wärme wird sehr bald verschiedene Temperatur annehmen, wenn es in Strahlen von verschiedenem Durchmesser ein, wenn auch noch so wenig, wärmeleitendes Gestein durchströmt. Sein Gasgehalt wird aber von der Temperatur regulirt. Das Wasser wird um so mehr Gas auflösen, je kühler es ist. Dafs diefs bei den Quellen am Maschuka der Fall ist, beweisen die mitgetheilten Untersuchungen; denn dasselbe Wasser, welches als Alexander-Quelle bei einer Temperatur von 38° in 100 Vol. nur 61 Vol. Gas lösen konnte, löste als Elisabeth-Quelle, bei einer Temperatur von 25°, 97 Volumen auf. — Dieser Verschiedenheit der Temperatur und des Gasgehalts dürften mithin allein die geringen Abweichungen in der Wirkung der verschiedenen Quellen am Maschuka beigemessen werden, die die dortigen Brunnen-Aerzte wahrzunehmen glauben. Ich

innere in dieser Beziehung an die Quellen Karlsbad's,
e ebenfalls nur rücksichtlich der Temperatur und des
asgehalts differiren, und doch auffallend verschiedene
Virkungen hervorbringen können.

Quellen am Eisenberge.

Ganz nahe am Beschtau erhebt sich ein steiler Tra-
ytkegel, der Eisenberg genannt, bis zu einer Höhe von
00 Fufs über das Meer. Beide Berge hängen durch
n Joch zusammen, das von dem westlichen Abhange
s Beschtau's herabläuft, und bilden einen grotesken, mit
chtem Gebüsch bewachsenen Thalkessel, in dem das
de-Etablissement Schelesnawodsk in einer Höhe von
00 Par. Fufs über dem Meere liegt *). Dieses Etablis-
ment besteht aus mehreren schönen Gebäuden, die so-
hl zur Aufnahme der Fremden, als auch zur beque-
n Benutzung der Bäder bestimmt sind. Ganz in der
he dieser Gebäude entspringen sechs warme Quellen,
keine besonderen Namen haben, sondern nur mit Num-
rn, nämlich: No. 1, 2, 3, 11, 12 und 13, bezeichnet
rden. Man benutzt sie nur zum Baden. In der Ent-
nung von einigen Wersten von diesen Quellen trifft
n noch sieben andere an, die man mit den Nummern
5, 6, 7, 8, 9 und 10 bezeichnet hat. Sie sind küh-
als die zuerst genannten, und werden, mit Ausnahme
n No. 8, gar nicht benutzt. No. 8 aber wird zum in-
rlichen Gebrauche verwendet.

Ich habe mir nicht die Mühe gegeben, alle diese
ellen zu analysiren, sondern mich nur auf die Unter-
chung einer der zum Baden verwendet werdenden Haupt-
ellen, nämlich auf No. 2, und auf die Untersuchung
n No. 8 beschränkt; um so lieber, da der Unterschied
er dreizehn Quellen hauptsächlich in verschiedener Tem-
ratur und verschiedenem Gasgehalt zu suchen ist, und

*) Schelesnawodsk liegt nördlich von Piätigorsk, in einer geraden
Entfernung von ungefär 12 Wersten von letzterem Orte.

die genannten beiden Quellen als die am meisten c
rirenden betrachtet werden können.

Die Quelle No. 2 entströmt, so wie die übr
dem Trachyte des Eisenberges. — Sie setzt einen
Eisenoxyd gelb gefärbten Kalksinter ab.

In ihrem Bassin entwickelt sich keine Kohlensä

Ihr Geschmack ist schwach eisenhaft, wenig sal

Ihr specif. Gewicht beträgt 1,0025 bei 14° ½ R.
Temperatur 31° ½ R.

Beim Kochen entwickelt das Wasser der Quelle
Dasselbe bestand für 100 Vol. des Wassers aus:

32,756	Vol.	Kohlensäure
0,494	-	Stickgas
0,080	-	Sauerstoffgas
33,330	Vol.	

Beim Verdampfen des Wassers schieden sich
lensaure Erden aus. In der concentrirten Flüssigkeit
ben Salze gelöst, die kohlensaures Natron enthielten.
der Analyse gaben 16 Unzen des Wassers der Qu
No. 2 folgende Bestandtheile:

Schwefelsaures Kali	0,3786	Gran
Schwefelsaures Natron	8,5294	-
Kohlensaures Natron	1,5260	-
Salzsaures Natron	2,5805	-
Kieselerde	0,4224	-
Kohlensaurer Kalk	4,1011	-
Kohlensaures Eisenoxydul	0,0338	-
Kohlensaure Magnesia	1,0153	-

Gasförmige Bestandtheile in 100 rhein. Quadratzoll bei 10° u
28° B. Höhe.

Kohlensäure	32,756	Quadratzoll
Stickgas	0,494	-
Sauerstoffgas	0,080	-

Temperatur 31° ½ R.

Die Quelle No. 8 ist am weitesten von den Wohn-
aäuden Schelesnawodsk's entfernt. Der Weg zu ihr
rägt einige Werste. Er führt durch ein dichtes Ge-
sch aus, mit wildem Wein und Physalis durchrankten
:hen, Eschen, wilden Birnen etc., und bildet dadurch
gleich eine angenehme schattige Promenade. In dem
nauerten Bassin der Quelle steigen von Zeit zu Zeit
ızelne Blasen von Kohlensäure in die Höhe. Ihr Zu-
ſs ist nicht sehr bedeutend. — Als ich sie mit dem
:. Jähnichen besuchte, zeigte sie kaum Spuren gelö-
:n Eisens. Doch dürfte dieser Umstand zufällig gewe-
n seyn, und vielleicht von der Verstopfung ihres Ab-
ısses abgehangen haben, die wir vorfanden. Der erste
rzt an den kaukasischen Quellen, Hofrath Dr. Konradi,
:rsicherte uns, daſs die Quelle in der Regel sehr be-
erkbare Eisen-Reaction gäbe.

Ihre Temperatur betrug 12° R.

Ihr spec. Gewicht 1,0027, bei 14° ½ R.

Beim Kochen entwickelt sie Gas, welches für 100
olumen des Wassers betrug:

71,25	Vol.	Kohlensäure
0,60	-	Stickgas
0,12	-	Sauerstoffgas
72,00	Volumen bei 10° R. und 28° Par. B. Höhe.	

16 Unzen Nürnberger Gewicht der Quelle No. 8
ıben:

Schwefelsaures Kali	0,2166	Gran
Schwefelsaures Natron	9,2452	-
Kohlensaures Natron	1,3647	-
Salzsaures Natron	2,9791	-
Kieselerde	0,2112	-
Kohlensaurer Kalk	6,2469	-
Kohlensaures Eisenoxydul	0,0829	-
Kohlensaure Magnesia	1,1036	-

Gasgehalt in 100 rheinl. Quadratzoll.

Kohlensäure	71,25	Quadratzoll
Stickgas	0,63	-
Sauerstoffgas	0,12	-

Temperatur 12° R.

Die kühleren Quellen am Eisenberge sind mithin den, geringe Mengen Eisen und Soda enthaltenden, Sauerwässern beizuzählen. Die chemische Beschaffenheit der wärmeren läfst sich dagegen am passendsten mit der der Töplitzer Wässer vergleichen.

Quellen am Kumgara.

20 Werst nördlich von Schelesnawodsk erhebt sich aus der Steppe ein isolirter Trachytkegel, der Kumgara genannt. Er ist der nördlichste und niedrigste unter den Kegelbergen, die den Beschtau umringen. In der Nähe desselben entspringen am Abhange einer niedrigen Hügelkette mehrere warme Schwefelquellen, die die Tscherkessen und Nagayen der umliegenden Auls, wegen ihrer seifenartigen Beschaffenheit, zum Reinigen ihrer Wäsche brauchen. Ueber die Hauptquelle, deren Zuflufs ungefähr der des Bernhardsbrunnens in Carlsbad gleich kommt, hat man ein Schilfhäuschen gebaut, und in das Gestein, aus dem sie entspringt, eine wannenförmige Vertiefung eingehauen, so dafs man die Quelle zum Baden benutzen könnte, wenn die Umgebungen nicht so unsicher wären, dafs man es nicht wagen darf, sich ohne grofse Bedekkung über Nacht bei ihr aufzuhalten.

Die Kumgara-Quellen entspringen aus verhärtetem Schieferthon. Sie setzen keinen Sinter, aber sehr viel Glärine (Anglada's) ab. In dem Bassin der Hauptquelle entwickeln sich Gasblasen, die gröfstentheils aus Stickgas bestehen. — Das Wasser ist vollkommen klar. Sieht man aber auf das mit Wasser angefüllte Bassin, so erscheint es grünlich. Es hat die seifenartige Beschaffenheit der Lösungen des einfach kohlensauren Natrons, und

be-

: den Geruch der Hydrothionsäure in hohem Grade. ›eschmack ist der schwacher Lösungen hydrothion- Alkalien. Die Temperatur der Hauptquelle be- 24° ½ R.

ır spec. Gewicht 1,00125 bei 14° ½ R. Beim Ko- entwickelt das Wasser dieser Quelle nur sehr we- as. 100 Vol. gaben bei 10° R. und 28″ Par. Ba- erstand nur: 3,23 Vol. Gas, welches

0,399	-	Hydrothionsäure
0,798	-	Kohlensäure und
2,033	-	Stickgas
3,230		

d.

›as anhaltend gekochte Wasser fällte Bleisalze im- och braun, enthielt mithin hydrothionsaure Verbin- r. In den löslichen Salzen fand sich als Hauptbe- ıeil kohlensaures Natron und Kochsalz. Amylon- zeigte keine Spur von Jod, wohl aber sehr ge- Mengen von Brom darin an. Als Resultat meiner ıuchungen fand ich das Wasser der Hauptquelle am ıra in 16 Unzen Nürnb. Med. Gewicht folgender- ı zusammengesetzt:

felsaures Natron	0,701 Gran	
ıatrium	5,086 -	
thionsaures Natron	1,329 -	(35,34 Proc. *Acid.*
ısaures Natron	3,951 -	*hydr.*)
erde	0,2400 -	
ısauren Kalk	0,2412 -	
ısaure Magnesia	0,0427 -	
	geringe Mengen	
e	geringe Mengen	
	Spuren	

ı 100 rheinl. Quadratzollen (bei 10° R. und 28″ ›arometerstand):

freie Kohlensäure 1,197 Quadratzoll

Stickgas	2,033 Quadratzoll	
freie Hydrothionsäure *)	0,00	-

Temperatur 24° ½ R.

Die Kumgara-Quelle gehört mithin zu den selteneren Mineralwässern, die einfach kohlensaures Natron in ihrer Mischung enthalten. Ihr Gehalt an hydrothionsaurem Natron ist sehr beträchtlich, und übertrifft den aller übrigen Schwefelquellen am Kaukasus. Auch zeichnet sie sich durch einen geringen Bromgehalt aus. Alle diese Eigenschaften versprechen grofse medicinische Wirksamkeit. Es ist mithin um so mehr zu beklagen, dafs sie unbenutzt in einer, nur von mifsgünstigen und raubgierigen Nagayen und Tscherkessen bewohnten, Einöde dahinfliefst.

Quelle von Kislawodsk.

Der Badeort Kislawodsk liegt schon in dem Jurakalke des Vorwalles des Kaukasus, in einer Höhe von 2374 Par. Fufs **) über dem Meere und in einer südlichen Entfernung von 40 Wersten von Piätigorsk. Die nächsten Umgebungen des Orts werden durch ein baumleeres Thal mit wunderlich geformten, aber mit einer üppigen und eigenthümlichen Flora bedeckten, Bergabhängen gebildet, die fast nach allen Richtungen hin, theils mit schroffen Felsenwänden, theils mit regellos zusammengeschütteten Berggebilden umringt sind. Begiebt man sich auf eine der die Quelle umgebenden Anhöhen, so wird man durch die eigenthümliche Beschaffenheit dieser in der That wunderlichen Gegend noch mehr überrascht. Man sieht von hier aus deutlicher, dafs man von einem

*) Wiewohl die Kumgara-Quelle beim Kochen neben Kohlensäure auch Hydrothionsäure entwickelt, so habe ich bei der Zusammenstellung, um die Uebersicht zu erleichtern, alle Hydrothionsäure als hydrothionsaures Natron berechnet, und das Aequivalent derselben an Kohlensäure als freie Kohlensäure aufgeführt.

**) Diefs ist die Höhe des Spiegels der Quelle.

im höchsten Grade zerrissenen Terrain umgeben ist, welches man mit den durch einen Zauberschlag erstarrten Wasserbergen eines stürmenden Oceans vergleichen könnte *). Den Hintergrund dieser grofsartigen Landschaft bildet die Schneekette des Hochgebirges, aus der sich der Elborus wie ein Riese emporhebt, der verwegen die Geheimnisse des Himmels zu belauschen scheint. Nach Norden zu streift der Blick über die Berggruppen des Beschtau's und verliert sich dann in unendliche Fernen, denn die flachen Steppen vermögen ihm keine Gränzen zu setzen. Nebliche Dünste in Westen und Osten verrathen die Nähe des Schwarzen und Caspischen Meeres. — Kislawodsk besitzt nur eine Quelle, die aber in enormer Mächtigkeit und mit einem grofsen Gasüberschufs der Erde unter Schäumen entströmt und als Bach davon eilt. Die Bergvölker nennen das Wasser dieser Quelle Narzan, was so viel als Heldengeist bezeichnen soll. Man hat sie in einem sechsseitigen hölzernen Behälter gefafst, an dessen Wänden sich mit der Zeit eine geringe Menge Eisenoxyds, aber kein Kalksinter absetzt.

Das Wasser der Quelle entströmt Kalkstein-Geröllen, mit denen das Thal ausgefüllt ist, tiefer liegt Jurakalk. In der Nähe der Quelle findet man im Gerölle viel weifsen Kalksinter, der Abdrücke von Baumblättern umschliefst, die von einem Ulmus herzurühren scheinen. Er mufs in früheren Zeiten von der Quelle abgesetzt worden seyn, und erlaubt die Vermuthung, dafs sie ehedem heifs war.

Man benutzt das Wasser von Kislawodsk sowohl

*) Diese wunderliche Physionomie der Umgebungen von Kislawodsk wird erklärlich, wenn man bedenkt, dafs es diese Gegend war, die der aus Norden heranströmenden tertiären Fluth Widerstand leisten mufste. Daher trifft man hier die lockeren Kreide- und Jurakalk-Gebilde so zerrissen und aufgeschwemmt, die tertiären Anschwemmungen dagegen in so mächtigen Massen zusammengethürmt an.

zum Baden, als auch zum innerlichen Gebrauch. Der Geschmack des Wassers ist angenehm säuerlich, dem des Wassers von Spaa ähnlich, doch weniger eisenhaft. Auch ist ihr Eisengehalt nicht bedeutend; er kommt den des schlesischen Salzbrunnens kaum gleich. Das spec. Gewicht des Wassers beträgt 1,0030 bei 14° ½ R.

Die Temperatur desselben ist 11° R.

Das Gas, welches sich in dem Bassin der Quelle entwickelt, besteht in 100 Vol. aus:

95,840	Kohlensäure
3,467	Stickgas
0,693	Sauerstoffgas
100,000.	

Beim Kochen entwickelt das Wasser von Kislawodsk sehr viel Gas, denn 100 Vol. Wasser gaben:

151,213	Vol.	Kohlensäure
0,252	-	Stickgas
0,050	-	Sauerstoffgas
151,515	Vol.	

bei 10° R. und 28 Par. Zoll Barometerstand.

Die Bestandtheile der Quelle fanden sich übrigens in 16 Unzen Nürnb. Mediz. Gewicht derselben, wie folgt:

Schwefelsaures Kali	0,09216	Gran
Chlormagnium	1,98120	-
Schwefelsaure Magnesia	0,71268	-
Schwefelsaures Natron	4,41446	-
Kieselerde	0,11673	-
Phosphorsaure Thonerde	0,00461	-
Kohlensaurer Kalk	8,41728	-
Kohlensaures Eisenoxydul	0,02688	-
Kohlensaure Magnesia	0,31104	-
Kohlensaures Manganoxydul	0,04915	-

Gasförmige Bestandtheile in 100 rheinl. Quadratzollen bei 10° R. und 28 Par. Zoll Barometerstand.

Kohlensäure	151,215	Quadratz.
Stickgas	0,252	-
Sauerstoffgas	0,050	-

Temperatur 11° R.

Das Wasser von Kislawodsk gehört mithin zu den an Kohlensäure reichsten Säuerlingen, in denen aber die erdigen Bestandtheile vorwalten, das Eisen und dessen Salze dagegen untergeordnete Rollen spielen.

Diefs wäre die Beschaffenheit der wichtigeren Mineralquellen der Beschtau-Gruppe. Wie ich aber schon früher erwähnte, so kennt man noch ein Eisenwasser in der Nähe von Kislawodsk, und alkalische (sogenannte) Quellen, und ein kaltes Schwefelwasser in der Nähe der Mündung des Baches Baykund in den Podkumok.

Von allen diesen Wässern verdient aber nur das zuletzt genannte Aufmerksamkeit, denn der Zuflufs der übrigen ist so unbedeutend, dafs er keine Benutzung derselben erlaubt. Besonders liefern die alkalischen Wässer so wenig Wasser, dafs bei den meisten von ihnen in warmen Tagen so viel verdunstet als zufliefst, und kaum feuchte Stellen hinterbleiben.

Das kalte Schwefelwasser am Baykund ist von dem Dr. Haas zuerst erwähnt, und von den HH. Prof. Reufs und Niliubin untersucht worden. Ich habe die Untersuchung derselben nicht wiederholen mögen, da die Quelle nicht gefafst ist und von wildem Wasser überströmt wird. Eine Untersuchung hätte demnach nur ungenügende Resultate liefern können.

Ueber die Quellen der Terek-Gruppe.

Die Wässer am Terek waren früher bekannt, als die der Beschtau-Gruppe. Die Petersquellen wurden von Peter dem *Grofsen* entdeckt, und schon Güldenstädt

führt in seiner Reisebeschreibung noch drei andere Quellen an, die er Marienbad, Katherinenbad und Paulsbad nennt.

Chemische Untersuchungen hat man nur von den Petersquellen, die, auf Befehl Peters des Grofsen, von Dr. Schober, und später, nämlich 1771, von Güldenstädt, und 1772 von Falk untersucht wurden.

Alle Quellen in der Nähe des Tereks entspringen dem Abhange einer Hügelkette, die aus einem Sandsteine besteht, der zu dem Eisenwald'schen Küsten-Terrain gehört, und ungefähr eine Höhe von 600 Fufs über den Wasserspiegel des Tereks erreicht. Diese Hügelkette erhebt sich in der Nähe der Vereinigung der Malka mit dem Terek, und läuft in einiger Entfernung von dem rechten Ufer des letzteren hin, wurde aber durch die Sunscha, in der Nähe ihrer Vereinigung mit dem Terek, durchbrochen, und zieht sich von hier aus nach Süden, indem sie das rechte Ufer des Assai begleitet.

In der Nähe der Tschetschensischen und Kumikischen Ortschaften Dewletgereih-jurt, Mamakaï-jurt, Bragun und Assai entströmen dieser Hügelkette Quellen fast kochenden Wassers.

Katherinenquellen.

Der Weg zu diesen Quellen führt von Georgieffsk über Jekatherinogrod, Mosdok und Naur nach Soldatskaja-Staniza, wo man den Terek überschreitet. Schon bei Soldatskaja sieht man den Dampf der noch 12 Werste von genanntem Orte entfernten Quellen, und kann sie nun nicht mehr verfehlen. Einige Werst von ihnen befindet sich die Redoute Staraja-jurt und der Tschetschensische Ort Dewlet-gereih-jurt. Diese Quellen sind es, die Güldenstädt Katherinenbad benannt hat, doch würde es passender seyn, sie Katherinenquellen zu nennen, da erstere Bezeichnung Vorrichtungen vermuthen läfst, um sie mit einiger Bequemlichkeit zum Baden benutzen zu kön-

nen, an die aber gar nicht zu denken ist. — Die Katherinenquellen entströmen dem nördlichen Abhange der erwähnten Sandstein-Hügelkette in einer Höhe von ungefähr 200 Fuſs über dem Terek an zwei Stellen, von denen die eine 1½ Werst östlicher liegt, als die andere. Vereinigt bilden sie einen Bach, der sich in den Terek ergieſst. — An beiden Stellen rieselt das heiſse Wasser unter Sandstein-Bruchstücken und Blöcken hervor. An der westlicheren stürzt es sich als Kaskade über einen Felsen alten Kalksinters, und setzt dabei viele kleine Tschetschensen-Mühlen, mit horizontalen Wasserrädern, in Bewegung, die an dem Sinterfelsen wie Schwalbennester angebaut sind. Diese Mühlen, der Dampf eines Baches fast kochenden Wassers, der sich aus einer Höhe von 50 Fuſs über einen steilen Felsen herabstürzt, zahlreiche Gruppen kahlköpfiger Mahometaner, die sich in einiger Entfernung in dem kühler gewordenen Wasser baden, die baumleere Gegend, alles giebt den Umgebungen dieser Quellen einen eigenthümlichen fremdartigen Charakter.

Das Wasser der Katherinenquellen setzt gegenwärtig keinen Sinter mehr ab, aber in dem Abflusse des Wassers bemerkt man einen Absatz eigener Art. Es sind dichte Klumpen eines durchscheinenden, schleimigen, fleischähnlichen, verbrennlichen Stoffes, den ich für eine, Anglada's Glärine ähnliche, ursprünglich in dem Wasser gelöste, pseudo-animalische Substanz halte, die durch eine, durch den Einfluſs der atmosphärischen Luft veranlaſste, höhere Oxydation niedergeschlagen wurde; denn man erhält einen ganz analogen Schleim, wenn man das Wasser dieser Quellen verdampft und die concentrirte Lösung seiner Salze der Einwirkung der Luft aussetzt. Diese Substanz als ein organisches Wesen in Anspruch zu nehmen, scheint mir die hohe Temperatur des Wassers nicht zu erlauben, in dem sie vorkommt, und die ich an manchen Stellen gegen 60° R. fand. Uebrigens habe ich sie nicht mikroskopisch untersucht, und

weifs daher nicht, ob sie eine organische Struktur besitzt.

Die Anzahl der Quellen, die in einem Umkreis von einigen hundert Schritten hervorrieseln, ist sehr bedeutend.

Die wasserreichsten der westlicheren Gruppe hatten folgende Temperaturen:

a) 60°,0 Réaumur
b) 45 ,0 -
c) 65 ,0 -
d) 69 ,5 -
e) 71 ,0 -
f) 70 ,0 -
g) 71 ,0 -
h) 71 ,0 -
i) 70 ,0 -

die der östlicheren Gruppe dagegen:

k) 50°,5 Réaumur
l) 49 ,5 -
m) 57 ,0 -
n) 57 ,0 -
o) 51 ,0 -
p) 43 ,0 -
q) 64 ,0 -
r) 62 ,0 -

Das Wasser aller dieser Quellen hatte gleichen Geschmack, nämlich den einer sehr schwachen Lösung hydrothionsaurer Alkalien.

Ihr spec. Gewicht war gleich. Es betrug bei 14° $\frac{1}{2}$ R. =10010.

Auch in ihrem chemischen Verhalten differirten sie nur rücksichtlich des Gehaltes an Hydrothionsäure. Beim Kochen entwickelten sie nur sehr geringe Mengen Gas.

Ich untersuchte die Hauptquelle der westlicheren *Gruppe* (*c*). Sie hatte eine Temperatur von 65° R.

Beim Kochen entwickelten 100 Vol. des Wassers:
2,3 Vol. Gas bei 10° R. und 28 Par. Zoll Barometerst.

Letzteres bestand aus:

1,9 Vol. Kohlensäure mit sehr geringen Mengen Hydrothionsäure, und
0,4 - Stickgas
2,3.

Das Wasser trübte sich während des Kochens etwas, indem sich Spuren von Kalk absetzten.

Nach dem Kochen enthielt es noch Hydrothionsäure. Die Katherinenquellen gehören demnach zu denjenigen Mineralwässern, die hydrothionsaure Alkalien enthalten. 16 Unzen Nürnb. Mediz. Gewicht Wassers der erwähnten Quelle zerfielen übrigens bei der Analyse in:

Schwefelsaures Natron	3,245	Gran
Phosphorsaures Natron	0,066	-
Kohlensaures Natron	2,572	-
Chlornatrium	1,059	-
Hydrothionsaures Natron	0,0650	-
Kieselerde	0,1680	-
Kohlensaurer Kalk	0,2101	-
Kohlensaure Magnesia	0,0968	-
Kali	geringe	Mengen
Eigenthümliche schleimige Substanz	geringe	Mengen

und in 100 rheinl. Quadratzollen bei 10° R. und 28 Par. Barometerstand in:

Kohlensäure	1,9	Quadratzoll
Stickgas	0,4	-

Temperatur 65° R.

Paulsquellen.

Um zu ihnen gelangen zu können, mufs man einen Umweg machen. Man reise nämlich von der Redoute Staraja-jurt nach der Festung Grosnaja an der Sunscha. Von hier aus kann man bei ruhigen Zeiten unter Bedek-

kung von einigen Compagnien Infanterie diese Quellen besuchen. Der Weg führt von Grosnaja aus nordwestlich über Bergtheerquellen, die sich in einer Entfernung von 12 Wersten von genannter Festung befinden. Sie liegen in einem buchtenartigen Thale einer niedrigen Mergel-Hügelkette, die sich in den Umgebungen von Grosnaja erhebt, und von da aus, nach Westen zu, mit der mehrmal erwähnten Sandstein-Hügelkette des rechten Terekufers parallel läuft. Der Bergtheer quillt, von wenig, Eisenvitriol enthaltendem, Wasser, aber ziemlich lebhafter Gasentwickelung, begleitet, aus einem zerreiblichen Mergelschiefer in sechs, mehrere Arschinen tiefen Gruben hervor. Die Hauptquelle liefert täglich 48 Wedro Theer.

Die Temperatur des Theers wechselt in den verschiedenen Gruben zwischen $7^{0}\frac{1}{2}$ und $8^{0}\frac{1}{2}$ R. (Die Temperatur des Wassers eines 20 Fufs tiefen Brunnens in Mosdok betrug $+8^{0}$ R. Mosdok liegt aber 150 Fufs tiefer als die Bergtheerquellen.)

Das Gas, welches mit dem Theer der Erde entströmt, besteht in 100 Vol. aus:

17 Vol. Kohlensäure
83 - Kohlenwasserstoff-Gas.

Bei der Destillation liefert der Theer Steinöl, als Residuum bleibt Bergpech.

Ehe der Theer aufgesammelt wurde, flofs er aus dem Thale in die Steppe hinaus, die sich am Fufse der erwähnten Mergelhügel hinzieht. Hier findet man nun in der Verbreitung von einigen Wersten eine Schicht brennbaren, rücksichtlich seiner elementären Zusammensetzung den Steinkohlen analogen, Bergpechs. Nach Jahrhunderten wird es zu wirklicher Steinkohle erhärtet seyn, und die Geognosten künftiger Zeiten werden sich wundern, in diesen Steinkohlen, statt der Reste riesenhafter Farrnkräuter, nur die bescheidenen Abdrücke von Salvien und

Artemisien zu finden, die gegenwärtig auf der dünnen Dammerde-Schicht, die das Bergpech überdeckt, wuchern.

Sechs Werste nördlich von den Bergtheerquellen entströmen dem südlichen Abhange der Terek - Sandstein-Hügelkette, bei der Tschetschensischen Ortschaft Mamakaï-jurt, heifse Quellen, die Güldenstädt Paulsbad benannt hat. Sie strömen unmittelbar aus Sandstein hervor, und bilden einen Bach, der in den lockeren Mergel, der den Fufs der Sandsteinkette überlagert, eine steile Schlucht gegraben hat, und sich später in die Sunscha ergiefst.

Die Quellen sind zahlreich und in zwei Gruppen vertheilt, die in einem Umkreise von einigen hundert Schritten liegen.

Mit dem Wasser strömen, eben so wie bei den Katharinen- und Peters-Quellen, Spuren von Steinöl und wenig Gas hervor. Die Temperatur dieser Quellen ist verschieden. Sie beträgt für die wasserreichsten:

a) 59° Réaumur
b) 55 ,33 -
c) 52 ,75 -
d) 45 ,0 -
e) 58 ,5 -
f) 51 ,0 -
g) 44 ,5 -
h) 32 ,75 -

In dem Abflusse des Wassers bemerkt man faserige Glärine, aber keine Spur von Sinter.

Ich untersuchte die am westlichsten gelegene Hauptquelle.

Ihre Temperatur betrug 59° R.

Das Wasser derselben hatte ein spec. Gewicht von 1,0015 bei 14° ½ R. Beim Kochen entwickelte es sehr wenig Gas.

100 Vol. des Wassers gaben 2,3 Vol. Gas bei 10° R. und 28° Par. Barometerstand.

Letzteres bestand aus:

1,7	Vol.	Kohlensäure mit sehr geringen Mengen Hydrothionsäure, und
0,6	-	Stickgas
2,3.		

Das gekochte Wasser enthielt noch Hydrothionsäure. Ueberhaupt verhielt es sich rücksichtlich seiner gasförmigen Bestandtheile ganz so wie das Wasser der Katherinenquellen. Es gilt also für ersteres Alles, was rücksichtlich dieses Gegenstandes bei letzteren gesagt wurde. Die Quantität der Hydrothionsäure in der Hauptquelle von Mamakaï-jurt wurde, eben so wie die der Quellen von Dewlet-gereih und Bragun, aus der Quantität von Schwefelkupfer berechnet, welches durch eine gefundene Quantität des Wassers erzeugt wurde.

16 Unzen Nürnb. Mediz. Gewicht der Hauptquelle von Mamakaï-jurt zerfiel bei der Analyse in:

Schwefelsaures Natron	4,6160 Gran
Phosphorsaures Natron	0,0710 -
Chlornatrium	1,0930 -
Hydrothionsaures Natron	0,1216 -
Kohlensaures Natron	4,1180 -
Kieselerde	0,1083 -
Kohlensauren Kalk	0,1424 -
Kohlensaure Magnesia	0,0572 -
Kali	geringe Mengen
Glärine	geringe Mengen

in 100 rheinl. Quadratzollen dagegen, bei 10° R. und 28° Par. Barometertand, in:

Kohlensäure	1,7 Quadratzoll
Stickgas	0,6 -

Temperatur 59° R.

Petersquellen.

Um zu diesen zu gelangen, mufs man wieder auf das linke Terek-Ufer zurückkehren, und über Tscherwlens-

kaja nach Schedrinskaja reisen. Hier wurden wir mit einer Eskorte von 50 Kosaken und berittenen Tartaren versehen. Wir durchritten den Terek und gelangten bald nach dem Tschetschensischen Orte Bragun, der zwischen dem Terek und der Sunscha, nahe bei der Vereinigung beider Flüsse, liegt. Von Bragun aus reitet man südwestlich, und gelangt, nachdem man einen Weg von 6 Wersten (auf dem man viele alte tartarische Grabsteine antrifft) zurückgelegt hat, zu den heifsen Petersquellen. Sie entspringen am nördlichen Abhange der viel erwähnten Sandstein-Hügelkette, die sich von den Pauls- und Katherinen-Quellen aus ununterbrochen bis hierher erstreckt, und bilden einen Bach, der sich, nach einem Laufe von 2 Wersten, in den Terek ergiefst. Die Petersquellen sind die heifsesten am Kaukasus.

Die Hauptquelle hat eine Temperatur von 72° ½ R. Die anderen sind kühler.

Das Wasser stürzt sich über einen steilen mit Sinter, der sich noch gegenwärtig aus dem Wasser absetzt, überzogenen Abhang herab.

Der Sinter der Petersquellen ist locker und von einer pseudo-organischen Substanz bunt gefärbt. Die Hauptfarbe ist ein lebhaftes Safrangelb, das mit der Zeit in Roth übergeht. Mit dem Wasser der Hauptquelle strömen wenig Gas und von Zeit zu Zeit Spuren von Steinöl hervor.

Das spec. Gewicht derselben beträgt, bei 14° ½ R., 1,0010.

Beim Kochen entwickeln 100 Vol. des Wassers:

2,3 Vol. Gas,

welches aus

2,0 Vol. Kohlensäure mit geringen Mengen Hydrothionsäure, und

0,3 - Stickgas besteht.

Das gekochte Wasser enthält noch Hydrothionsäure, mithin hydrothionsaure Alkalien.

16 Unzen Nürnb. Mediz. Gewicht desselben zerfielen bei der Analyse in:

Schwefelsaures Natron	4,7220 Gran
Kohlensaures Natron	2,9310 -
Chlornatrium	2,1380 -
Hydrothionsaures Natron	0,3890 -
Kieselerde	0,0685 -
Kohlensauren Kalk	0,4759 -
Kohlensaure Magnesia	0,0343 -
Kali	geringe Mengen
Eigenthühml. pseudo-organ. Substanz	geringe Mengen

und in 100 rheinl. Quadratzollen, bei 10° R. und 28° Pariser Barometerstand, in:

Kohlensäure	2 Quadratzoll
Stickgas	0,3 -

Temperatnr 72° ½ R.

Marienquellen.

Dieselben liegen, wie schon erwähnt wurde, in der Gegend von Assai. Wir begaben uns von Schedrinskaja nach Amar-etschi-jurt, und erwarteten dort eine Eskorte von einigen hundert Mann befreundeter Bergbewohner, die durch Vermittelung Sr. Excellenz des Hrn. General von Engelhardt*), Befehlshabers jener Gegenden, zu uns stofsen sollten. — Sie blieben aber aus, da neuerdings Unruhen in der Nähe der Quellen ausgebrochen waren, und sie es deshalb nicht wagten, Fremde ohne Kanonen zu eskortiren. Wir haben die Marienquellen deshalb nicht gesehen. Den Nachrichten zufolge, die uns die Bewohner jener Gegenden gaben, kommen sie mit den Petersquellen überein, was um so wahrscheinlicher

*) Bei dieser Gelegenheit kann ich nicht unterlassen, dem Hrn. General v. Engelhardt meinen wärmsten Dank für den Eifer, mit dem er unsere Untersuchungen in jenen von den unbändigsten Stämmen des Kaukasus bewohnten Gegenden unterstützte, und sie dadurch allein möglich machte, öffentlich abzustatten.

ist, da sie derselben Sandstein-Hügelkette entströmen, der die letzteren ihren Ursprung verdanken.

Die Quellen der Terek-Gruppe zeigen mithin, den vorstehenden Untersuchungen zufolge, grofse Uebereinstimmung. Sie sind durchgängig sehr heifs, enthalten sehr wenig feste, noch weniger gasförmige Bestandtheile. Am meisten werden sie durch geringe Mengen von hydrothionsaurem Natron und eigenthümlichen pseudo-organischen Substanzen charakterisirt, die sie wahrscheinlich den Seethier-Resten entnehmen, die das Küsten-Terrain, zu dem der Sandstein, dem sie entströmen, gehört, in grofser Menge umschliefst.

Grofse medizinische Wirksamkeit erwartete ich von diesen Quellen nicht, da sie, wie eben erwähnt wurde, sehr arm an Bestandtheilen sind, von denen das wirksamste das hydrothionsaure Natron ist. Dieses wird aber noch aufserdem zersetzt werden, ehe das Wasser zum Gebrauch dienen kann, da die Quellen zu heifs sind, um in dem aus der Erde strömenden Zustande gebraucht werden zu können. Man mufs sie deshalb lange auskühlen lassen, und während der Zeit wird dieses Salz, durch den unvermeidlichen Einflufs der atmosphärischen Luft, gröfstentheils decomponirt werden. Das abgekühlte Wasser wird sich deshalb wenig von gemeinem, etwas hartem Quellwasser unterscheiden.

Es bleibt mir jetzt noch übrig, einige Worte über die Entstehung aller vorstehend abgehandelten Quellen beizufügen. Ich kann mich dabei sehr kurz fassen, denn ich berufe mich auf die Arbeiten, die der Hr. Dr. Struve *) mit mir über die Entstehung der Mineralquellen angestellt

*) Ueber die Nachbildung der natürlichen Heilquellen, von Dr. Struve. Heft 2. Diese Annal. Bd. VII. S. 341 und 429.

hat. Aus diesen Arbeiten geht hervor, dafs überall da Mineralquellen entstehen müssen, wo heifses Wasser gegebene Gesteine durchströmt. — Das Problem, welches noch zu lösen übrig bleibt, ist demnach: den Ursprung der Wärme heifser Quellen nachzuweisen.

Meiner Ansicht nach stellte Berzelius die glücklichste Idee auf, indem er ihn heifsen vulkanischen Gesteinen zuschrieb, die jene Wässer durchströmen müssen. Aber woher entnehmen jene Gesteine, oder vielmehr die Vulkane ihre Wärme?

Man sieht hieraus, dafs die Frage über den Ursprung der Wärme heifser Quellen mit vielen Räthseln der Geognosie in inniger Verbindung steht. Ich habe schon versucht, mehrere derselben in einer Theorie der Hauptveränderungen, die unsere Erde bisher erlitt, die ich der hiesigen Kaiserl. naturforschenden Gesellschaft vorlegte, zu lösen, werde deshalb die hierher gehörigen Grundzüge jener Theorie nur kurz wiederholen.

Die Erde befand sich ursprünglich in einem sonnenähnlichen Zustande, das heifst, ihre Temperatur war so hoch, dafs sich selbst ihre Oberfläche in einem glühenden, grofse Massen von Licht und Wärme ausstrahlenden Zustande befand. — Ich begründete diesen Satz in der Form der Erde, in der Beschaffenheit der ältesten Gesteine und in dem Genie eines Keppler, Buffon, Laplace u. A., die aus anderen Gründen zu derselben Ansicht bewogen wurden.

Man denke sich demnach unseren Erdball mit allen seinen chemischen Elementen als eine glühende, mit einer pulsirenden, aber rücksichtlich ihrer Intensität stets abnehmenden Wärmequelle versehene Masse, gebe ihr die Bewegung unserer Erde, und überlasse nun dieses Chaos Jahrtausende hindurch der Wirkung seiner inwohnenden Kräfte. Als Resultat wird ein Ball entstehen, der dieselbe Form, dieselbe Structur und dieselben Gesteine wie unsere Erde besitzen wird. Ursprünglich wird nämlich

lich die grofse Hitze das Feuerbeständige von dem Flüchtigen scheiden, und alles Zurückbleibende zu einer Masse schmelzen, die sich nach den Gesetzen der Attraction formiren wird.

Als Product dieser Attraction erhält der rotirende Ball eine sphärische Gestalt, seine Masse aber eine krystallinische Struktur.

Die Intensität der Wärmeentwickelung verminderte sich aber, es strahlte mehr Wärme aus, als im Innern der Masse erzeugt wurde, und dadurch mufste Auskühlung ihrer Oberfläche erfolgen.

Das Wasser, welches jetzt noch als Dunst das heifse Sphäroïd umgab, fing nun an mit seiner Oberfläche in Wechselwirkung zu treten. Das geschmolzene Gestein verwitterte durch diese Einwirkung. — Schon ist die Temperatur der Oberfläche bis unter 80° R. gesunken. — Flüssiges Wasser sammelt sich nun auf ihr an, und schwemmt enorme Massen des durch Verwitterung erzeugten Schlamms zusammen. Doch mit neuer Kraft entwickelt das Innere der Erde wieder eine Wärmemasse, die das wenige kaum verdichtete Wasser wieder in Dampf verwandelt, den zusammengespühlten Schlamm wieder durchglüht, und mit Strömen geschmolzenen Gesteins, die die dünne kaum erstarrte Erdrinde durchbrachen, überschüttet. So wurde der zusammengespühlte Schlamm verwitterter Urgranite zu Glimmerschiefer und Thonschiefer; auf diese Weise erklärt sich ihre Einschichtung zwischen neuere Granite, Gneifse, Porphyre, Syenite und andere geschmolzene Gesteine.

Doch endlich hat das flüssige Wasser für immer festen Fufs auf der Erde gefafst. Häufig genug wiederholten sich zwar Wärmeentwickelungen im Innern der Erde, aber die erzeugten Wärmemassen waren nicht mehr hinreichend das Wasser gänzlich wieder zu verflüchtigen.

Jetzt fängt die Erde an sich mit Pflanzen zu bekleiden, die wegen des tropischen Klima's, das selbst in den

nördlichsten Breiten herrschen mufste, indem die erstarrte Rinde der Erde noch dünn ist, und ihr überall heifse Quellen und warme Wasserdämpfe entströmen, und bei der mit Wasserdünsten überladenen Atmosphäre einen riesenhaften Bau annehmen. Während dieser Periode keimten die Palmen und die riesenhaften Farrnkräuter auf, deren Reste wir mit Verwunderung in manchen Gebilden der Uebergangsformation und in dem Steinkohlen-Terrain vorfinden.

Doch die Existenz jener riesenhaften Pflanzengebilde war von keiner langen Dauer, denn das in der Atmosphäre gelöste Wasser stürzt mit Macht, nach der Abkühlung der Oberfläche der Erde, auf sie herab. Bald hatte sich alles als tropfbares Wasser auf ihr angesammelt, und überschwemmte sie nun als ein ungeheurer Ocean, der wegen der hohen Temperatur des Innern der Erde nicht in die Räume eindringen konnte, die er gegenwärtig erfüllt. Dieser Ocean schwemmte alles Lose zusammen, löste alles Lösliche auf, und erzeugte dadurch jene Anschwemmungen und chemischen Niederschläge, die wir als Grauwacke, als Sand und Sandstein, als Kalkstein, Kreide, Mergel u. s. w. kennen, und die die Geognosten gröfstentheils mit der Bezeichnung: Glieder der Flötzformation, umfassen.

Doch auch dieser ungeheure Ocean verschwand wegen der Auskühlung des Innern der Erde allmälig von ihrer Oberfläche, indem sich sein Wasser in die ausgekühlten inneren Räume unserer porösen Erdkugel hinabsenkte. Er hinterliefs grofse trockene Continente, die sich von Neuem mit Pflanzen bekleideten, die aber nun in den von dem Aequator entfernten Breiten ihren tropischen Bau verloren hatten, da die grofse Wassermasse, die sich zwischen der Oberfläche und den glühenden Eingeweiden der Erde lagerte, die ausstrahlende Wärme absorbirte, und dadurch die Temperatur der ersteren um

Vieles verminderte. — Jetzt traten selbst Säugthiere, endlich tritt der Mensch auf. Doch sie fielen einem mächtigen Elemente zum Opfer! Denn mit erneuter Kraft explodirt eine ungeheure Wärmemasse im Innern der Erde *). Nochmals treibt sie Fluthen auf die Oberfläche hervor, die als ein mächtiger Ocean die Continente von Neuem bedeckten und die belebte Schöpfung unter zusammengespühltem Schlamm begruben.

Diese Gräber nennen die Geognosten tertiäre Formation.

So erzeugten sich die Schichten, die die Schale unserer Erde bilden.

Aus ihrem Studium ergiebt sich, daſs wir zugleich über einem Meere glühend-flüssigen Gesteins und über einem Wassermeere wohnen. Der Kampf beider erzeugt Sündfluthen, und, als sehr unbedeutende Erscheinungen, Erdbeben und vulkanische Ausbrüche.

*) Recht gut erklärt sich die stoſsweise Wärmeentwickelung, die in den verschiedensten Perioden der Existenz der Erde im Innern derselben stattfand, wenn man annimmt, daſs ursprünglich nur die Rinde der Erde oxydirt war, die inneren Räume dagegen die metallischen Grundlagen der Gesteine enthielten. Jedesmal, wenn das Wasser bis in diese Tiefen herabsank, muſsten Oxydation derselben und enorme Wärme und Gasentwickelungen statt finden. Nach dieser Hypothese muſs aber die atmosphärische Luft bedeutenden Veränderungen unterworfen gewesen seyn. Ihre Quantität muſs sich dann ungeheuer vermindert, und diese Verminderung allein das Sauerstoffgas betroffen haben. Denn wenn sich die Metalloïde auf Kosten des Wassers oxydirten, so muſs das dabei frei werdende Wasserstoffgas durch Blitze auf Kosten des Sauerstoffgases der Atmosphäre wieder zu Wasser verbrannt worden seyn, da die letztere kein Wasserstoffgas enthält. Also Verminderung des Sauerstoffgehalts der Atmosphäre ist hierbei unvermeidlich. Ich weiſs nicht, ob dieser Ansicht die groſse Aehnlichkeit der antediluvianischen Thiergebilde mit den unserer Tage nicht entgegen ist? Oder ist der riesenhafte Bau derselben ein Beweis von ihrer Richtigkeit?

Da wo durch die Letzteren heiſse Gesteine aus dem Niveau gleicher Temperatur herausgehoben und nahe an der Oberfläche der Erde abgelagert wurden, da entstehen heiſse Quellen, die sich unter gegebenen Bedingungen zu Mineralwässern umbilden müssen. Denn aus den Versuchen, die der Doctor Struve mit mir anstellte, ergab sich, daſs kochendes Wasser, aus Gemengen von Kieselerde oder Doppelsilicaten mit kohlensaurem Kalk, Kohlensäure entbindet, indem sich Kalksilicat bildet; daſs alle Gesteine, die wir prüften, Salze, namentlich Kochsalz und Glaubersalz, enthielten; und daſs kohlensaures Wasser die Natronsilicate des Feldspaths, Porphyrschiefers, Basalts u. s. w. zersetzt, indem sich kohlensaures Natron und wenig Kieselerde im Wasser auflösen. Kochendes Wasser wird sich also in der Natur gewöhnlich zu Mineralwasser umbilden, weil die Bedingungen: Gesteine, die durch Einwirkung der Wärme Kohlensäure entwickeln und an kohlensaures Wasser Salze abtreten, fast überall vorhanden sind. Kochendes Wasser wird mithin zu einem Säuerling werden, wenn es Kalkschichten durchströmt und abkühlt, ehe es zu Tage kommt; es wird kohlensaures Natron und andere Salze aufnehmen, wenn das kohlensaure Wasser Granite, Gneiſse, Porphyre, Trachyte, Basalte und Klingsteine durchströmt; es wird sehr wenig mineralische Bestandtheile enthalten, wenn es nur mit Sandstein, Thonschiefer oder Glimmerschiefer in Berührung kam. Bitterwässer bilden sich in gypshaltigen Mergelschichten, die aus Kreide und aus verwittertem Trachyt, Basalt, Klingstein oder Granit zusammengespühlt wurden.

Alle diese Bedingungen finden sich am Kaukasus wieder. Heiſses Gestein muſs dort nämlich, besonders an zwei Punkten, nahe an der Oberfläche liegen.

Der eine Punkt wird durch den Beschtau bezeichnet, und das heiſse Gestein ist offenbar Trachyt. Der andere

Punkt dagegen ist jene Hügelkette, die sich am Terek hinzieht. Hier ist das heifse Gestein nicht sichtbar. Es hob aber den Sandstein in die Höhe, und liegt wahrscheinlich gleich unter ihm. An beiden Punkten strömen mithin heifse Quellen hervor.

Die Bestandtheile, die diese Quellen enthalten, stehen in einem auffallenden Verhältnifs mit dem Gestein, aus dem sie hervorströmen; denn die Mischung der Peters-, Pauls- und Katherinen-Quellen ist sich fast gleich, die Natur des Gesteins, dem sie ihre Bestandtheile entzogen, mufs mithin gleich seyn; und in der That entspringen sie alle aus Sandstein. Alle diese Quellen sind sehr arm an mineralischen Bestandtheilen; weil, wie gesagt, der Sandstein ein Gestein ist, welches an kohlensaures Wasser höchst wenig Bestandtheile abtritt.

Die chemische Constitution der Quellen am Beschtau ist dagegen mannigfaltig abgeändert; und in der That entströmen sie auch mannigfaltigen Gesteinen.

Die Quelle von Kislawodsk entströmt dem Jurakalk; daher enthält sie eine grofse Menge Kohlensäure und kohlensauren Kalk, aber kein kohlensaures Natron.

Die Quellen am Eisenberge entströmen dem Trachyte; daher enthalten sie kohlensaures Natron, aber weniger Kohlensäure.

Die Quellen am Maschuka entströmen einem Berge, dessen Oberfläche mit schiefrigem Kalksteine überkleidet ist, dessen Kern aber aus Trachyt zu bestehen scheint daher steht die Mischung der Wässer von Piätigorsk in der Mitte zwischen der Mischung der Trachytwässer am Eisenberge und der des Kalkwassers von Kislawodsk.

Unbeantwortet ist aber noch die Frage: wie entsteht die Hydrothionsäure der Schwefelwässer und der Bergtheer?

Die Sandsteine, Kalksteine und die mergel- und schieferthon-ähnlichen Gebilde, die sich am Fufse des

Kaukasus hinziehen, umschliefsen organische Ueberbleibsel. Die Seethierreste, die man häufig genug in diesem Terrain vorfindet, und die Glärine, die in den dortigen Schwefelwässern gelöst ist, beweisen es.

Da wo heifses Gestein in die Nähe eines andern gedrängt wurde, welches zugleich schwefelsaure Alkalien und organische Reste enthält, werden letztere auf Kosten der ersteren verbrennen, und sie dabei zu Schwefel-Metalloïden reduciren. Wasser, welches solche Gesteine durchfliefst, mufs dann aus ihnen *hydrothionsaure Alkalien*, oder, wenn es eine hinreichende Menge Kohlensäure enthält, kohlensaure Alkalien und Hydrothionsäure aufnehmen.

Bergtheer dagegen wird sich durch Einwirkung der Wärme des heifsen Gesteins auf gröfsere Niederlagen organischer Reste bilden. Es entsteht dann ein Procefs, der Aehnlichkeit mit der trocknen Destillation organischer Substanzen hat. Es mufs dabei empyreumatisches Oel, Kohlensäure, Kohlenwasserstoff-Gas und Wasser entstehen, die nach der Oberfläche der Erde gedrängt werden, und hier als Bergtheer mit den Begleitern, die ich bei den Theerquellen von Grosnaja nachwies, auftreten.

III. *Ueber eine auffallende Verminderung des specifischen Gewichts, die der Granat durch das Schmelzen erleidet;*
von G. Magnus.

In einem der früheren Bände *) dieser Annalen habe ich zu zeigen gesucht, dafs ein Krystall, wenn er geschmolzen worden, ohne dafs seine Theile beim Erkalten hinreichend Zeit gehabt haben sich gehörig zu ordnen, um wieder ein krystallinisches Gefüge zu bilden, einen gröfseren Raum einnehme als zuvor. Die geschmolzene glasige Masse wird alsdann ein geringeres spec. Gewicht haben als der Krystall. Die Fälle aber, wo die spec. Gewichte von ein und derselben Substanz im krystallisirten und im glasigen Zustande zu bestimmen möglich wären, sind höchst selten. Ich war damals nur vom *Vesuvian* im Stande einige Messungen der Art mitzutheilen. Ein rothbrauner *Granat* von *Grönland*, dessen ich dort schon erwähnte, hatte zwar gleichfalls durch das Schmelzen sein spec. Gewicht bedeutend vermindert, nämlich von 3,9 zu 3,05; allein er hatte auch seine Farbe verändert, und also eine Veränderung in seiner chemischen Beschaffenheit erlitten. Ein grüner *Granat* aber vom *Wilwi*-Flusse, unter dem Namen *Grossular* bekannt, den ich seitdem geschmolzen, hat weder seine Farbe noch sein absolutes Gewicht geändert, wohl aber sein specif. Gewicht, das sich von 3,63 zu 2,95 vermindert hatte, er war also fast um $\frac{1}{5}$ leichter geworden.

Diefs Resultat scheint mir weniger als Bestätigung für die Richtigkeit des oben aufgestellten Satzes der Beachtung werth zu seyn, als wegen der grofsen Uebereinstimmung, die aus demselben zwischen den spec. Ge-

*) Bd. XX. S. 480.

wichten des geschmolzenen Granats und des geschmolzenen *Vesuvians* hervorgeht. Denn sowohl der geschmolzene *Vesuvian* vom *Wilwi*-Flusse, als auch der von *Egg* bei Christiansand haben ein spec. Gewicht von 2,95.

Daſs in der chemischen Zusammensetzung zwischen *Vesuvian* und *Granat* kein Unterschied zu finden sey, und daſs diese daher als zwei Formen ein und derselben Substanz zu betrachten wären, habe ich vor Kurzem *) zu zeigen gesucht. Jetzt findet sich dieſs dadurch bestätigt, daſs beide in dem glasigen, formlosen Zustande auch dieselben äuſseren Eigenschaften besitzen. Denn der geschmolzene *Vesuvian* vom *Wilwi*-Flusse ist von dem geschmolzenen Granat von demselben Fundorte nicht zu unterscheiden, beide haben neben derselben chemischen Zusammensetzung **) dieselbe Farbe, dieselbe Härte, denselben Glanz und dasselbe spec. Gewicht von 2,95; sie sind also dieselbe Substanz; die aber als *Vesuvian* krystallisirt, ein spec. Gewicht von 3,4, und als Granat krystallisirt, ein spec. Gewicht von 3,6 hat.

*) Diese Annal. Bd. XXI. S. 50.

**)

	Im Vesuvian vom Wilwi-Flusse fand Klaproth:	Im Granat vom Wilwi-Flusse fand Trollewachtmeister:
Kieselsäure	42	40,55
Thonerde	16,25	20,10
Eisenoxyd	5,50	5,00
Kalkerde	34,0	34,86
Manganoxydul	Spur	0,48
	97,75	100,99.

IV. *Die Krystallgestalten der Kupferlasur;*
von F. X. M. Zippe,

Kustos der Mineralien- und Petrefactensammlungen des vaterländischen Museums in Prag.

Der Verfasser hat in dieser Arbeit, die ursprünglich in den Abhandlungen der Königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften erschienen ist, die Beobachtungen niedergelegt, welche ihm eine ungemein reiche Sammlung von Krystallvarietäten der Kupferlasur über die Ausbildung der Krystallisation dieses Minerals anzustellen erlaubte. Da wohl nicht alle Freunde der Krystallographie Gelegenheit haben möchten, die Urschrift zu Rathe zu ziehen, so glauben wir ihnen einigen Dienst zu erweisen, wenn wir hier in kurzem Auszuge die Zahl und Lage der Flächen aufführen, welche bis jetzt an diesem in Beziehung auf Mannigfaltigkeit der Formen so höchst fruchtbaren, und in Rücksicht auf die Ausbildung nur mit dem Glaubersalz und Epidot einige Aehnlichkeit zeigenden Minerale beobachtet worden sind, wozu die Untersuchung des Verfassers einen so schätzbaren Beitrag geliefert hat.

Als Grundform der Kupferlasur nimmt der Verfasser, mit Mohs, eine ungleichschenklicht vierseitige Pyramide (Fig. 1. Taf. V.) an, deren Axe AA' mit der kürzeren Diagonale BB' den Winkel 87° 39′ macht. Das von A oder A' auf BB' gefällte Perpendikel $AQ = a$, die halbe kürzere Diagonale $BN = b$, die halbe längere Diagonale $CN = c$, und NQ, der Cosinus des Winkels ANB, $= d$, stehen im Verhältnifs:

$$a : b : c : d = 24{,}30 : 25{,}25 : 28{,}70 : 1.$$

Die Neigung der Flächen in der Vorderkante AB beträgt 116° 7′, die in der Hinterkante AB' 118° 16′, und die in beiden Seitenkanten AC und AC 107° 22′.

Um die Lage der vielen an den Krystallen der Ku-

pferlasur beobachteten Flächen zu veranschaulichen, sind hier von den 70 Figuren, die der Verfasser seiner Abhandlung beigegeben hat, nur die beiden letzten gezeichnet (Fig. 2 und 3 Taf. IV), welche einen ideellen Krystall mit sämmtlichen Flächen von zwei Seiten darstellen.

Die rechtwinkligen Coordinaten dieser Flächen, ausgedrückt in Theilen der beiden halben Diagonalen *b*, *c* des Grundoctaëders und des auf ihre Ebene gefällten Perpendikels *a*, sind:

Fläche.	x Coordinaten.	Winkel zwischen d. Flächen.	Fläche.	x Coordinaten.	Winkel zwisch. d. Flächen.
x	a; b; c	116° 7	*M*	a; ∞b; c	99° 32'
x'		118 16	*p*	2a; ∞b; c	61 10
y	$\frac{1}{2}$a; b; c	137 39	*o*	∞a; ∞b; c	0 0
z	$\frac{1}{4}$a; b; c	156 33	*P*	∞a; 2b; c	59 14
k	a; 2b; c	104 26	*f*	∞a; b; c	97 22
k'		106 14	*l*	∞a; $\frac{2}{3}$b; c	119 15
u	a; $\frac{2}{3}$b; c	127 39	*q*	∞a; $\frac{2}{5}$b; c	141 16
t	a; $\frac{2}{5}$b; c	143 31	*h*	∞a; b; ∞c	0 0
b	2a; 4b; c	65 40	*r*	10a; b; c	7 26
c	2a; 2b; c	79 51	*n*	2a; b; ∞c	27 56
d	2a; $\frac{4}{3}$b; c	90 59	*n'*		26 55
d'		93 12	*a*	a; b; ∞c	47 17
e	2a; $\frac{4}{5}$b; c	113 11	*a'*		44 52
g	$\frac{1}{2}$a; ∞b; c	134 8	*v*	$\frac{1}{2}$a; b; ∞c	66 12
i	$\frac{2}{3}$a; ∞b; c	121 10	*v'*		62 23
			s	a; ∞b; ∞c	0 0

Unter den 74 untersuchten Krystallvarietäten waren 51 von Chessy, 4 aus Sibirien, 3 aus Cornwall, 4 aus Tyrol, 10 aus dem Bannat und 2 von Zinnwald.

V. *Notiz über den Fehler der Excentricität der Kante bei Messungen mit Wollaston's Goniometer; von Carl Naumann.*

Vor einiger Zeit machte mich Hr. Richter, Administrator der hiesigen Mineralien-Niederlage, darauf aufmerksam, dafs der durch die Excentricität der Kante herbeigeführte Fehler erst positiv und dann negativ ausfalle, wenn man die Kante, ohne etwas in der Lage der Flächen zu ändern, mit derselben Excentricität einmal auf der einen und dann auf der entgegengesetzten Seite der Axe des Instrumentes befestigt. Diese Bemerkung, welche auf eine gänzliche Beseitigung des aus der Excentricität entspringenden Fehlers zu führen schien, gewann für mich doppeltes Interesse, als ich neulich Hrn. Weisbach's Abhandlung (Baumgartner's Zeitschrift, Bd. IX S. 269) erhielt, deren wichtigstes Resultat gleichfalls auf die Vernichtung jenes Fehlers durch die Anwendung einer *Gegenmessung* hinausläuft.

Sind nämlich a und b die Excentricitäten der reflectirenden Elemente auf der ersten und zweiten Krystallfläche, x und y die horizontalen und verticalen Coordinaten der beiden gleich weit vom Mittelpunkt des Kreises entfernten Objecte, so findet Hr. Weisbach für das Maximum des möglichen Fehlers den approximativen Werth:

$$\mu = \frac{(a+b)x}{x^2+y^2}.$$

Nimmt man also die horizontale Entfernung x ein Mal nach der *einen*, und das zweite Mal nach der *entgegengesetzten* Richtung, so wird man denselben Fehler ein Mal positiv, und das andere Mal negativ, und folglich in dem arithmetischen Mittel beider Beobachtungsresultate das wahre Resultat erhalten. Hr. Weisbach schlägt

demnach vor, die Objecte in gleicher Höhe und Tiefe an den entgegengesetzten Wänden (oder Fenstern) eines grofsen Zimmers anzubringen, in dessen Mitte das Goniometer aufgestellt ist. Da diefs in vielen Fällen mit Unbequemlichkeit verbunden seyn dürfte, so erlaube ich mir, darauf aufmerksam zu machen, dafs die, bei Bestimmung des Collimationsfehlers gebräuchliche Methode des Retournement des Kreises zu demselben Ziele führt. Man beobachte nämlich das erste Mal wie gewöhnlich, so dafs der Krystall zur Linken des Kreises liegt; hierauf drehe man das ganze Instrument sammt dem Krystall um eine verticale Linie durch 180°, so dafs nun der Krystall rechts vom Kreise zu liegen kommt, und beobachte wieder. Sind die beobachteten Winkel ω und ω', so ist der wahre Werth $=\frac{1}{2}(\omega+\omega')$.

Dafs die, im zweiten Theile meines Lehrbuchs der Krystallographie, S. 384, für den Fehler der Excentricität, unter Voraussetzung gleicher Entfernung beider Objecte, entwickelte approximative Formel:

$$\sin\delta=\frac{e}{a}(\sin\varphi'-\sin\varphi)\cos\tfrac{1}{2}\varrho,$$

die von Hrn. Weisbach so zweckmäfsig vorgeschlagene Gegenmessung gleichfalls indicirt, war mir entgangen. Berücksichtigt man nämlich die Bedeutung der von mir gebrauchten Buchstaben, und nennt man ε und ε' die Excentricitäten der *zuerst* und *zuletzt* reflectirenden Fläche, so kann man, mit Beibehaltung der x und y von Weisbach, vorstehende Formel auch so schreiben:

$$\sin\delta=\frac{(\varepsilon'-\varepsilon)x}{x^2-y^2}.$$

Dieser Werth kann nun auf zwei Arten aus dem einen in das entgegengesetzte Vorzeichen übergehen:

1) Wenn die horizontale Entfernung x beider Objecte, nach Hrn. Weisbach's Vorschlag, bei Messung und Gegenmessung nach *entgegengesetzter Richtung* vom Goniometer aus genommen wird; oder auch,

wenn man das Retournement des Kreises anwendet, wobei man nur zwei Objecte nach einer Richtung hin nöthig hat.

2) Wenn man den Krystall, ohne in den Werthen von ε und ε' etwas zu ändern, vor der Gegenmessung auf dem Krystallträger so dreht, dafs die Flächen in der *entgegengesetzten Folge* zur Reflexion kommen. Dieses Retournement des Krystalls ist sehr leicht in Anwendung zu bringen, wenn das Goniometer mit dem von mir vorgeschlagenen Apparate zur Justirung der Kante versehen ist, weil dann die Theile des Krystallträgers so compendiös gearbeitet werden können, dafs sie die Umdrehung seines ersten Bogens um dessen Axe durch 180° nicht hindern.

Welcher Methode man sich übrigens bedienen mag, so ist der grofse Vortheil, welcher durch eine Gegenmessung gewonnen wird, dafs man sich naher, scharfspiegelnder Gegenstände, z. B. der Sprossen des Fensterrahmens im Zimmer, mit derselben Sicherheit bedienen kann, wie 50 und mehr Fufs entfernter Gegenstände, sobald nur die Excentricität wenigstens 100 Mal kleiner ist, als die Entfernung jener. Die Mineralogen sind also Hrn. Weisbach Dank schuldig, dafs er sie auf ein so einfaches Mittel aufmerksam machte, durch dessen Anwendung der Fehler der Excentricität gänzlich eliminirt wird, ohne dafs man auf die Bequemlichkeit verzichten darf, nahe und scharf spiegelnde Gegenstände zu wählen, wie sie Jeder am Fenster seines Zimmers findet. Nur darf man nicht vergessen, dafs diese Elimination des Fehlers *gleiche Entfernung beider Objecte* voraussetzt, daher man noch für die Erreichung dieser Bedingung Kupffer's Vorschlag, oder sonst eine passende Vorrichtung, in Anwendung zu bringen hat, wodurch zugleich der aus dem Spielraume der Reflexion entspringende Fehler vernichtet wird

VI. *Ueber das Reifen der Früchte; von Hrn. Couverchel.*

(*Annales de chim. et de phys. T. XLVI. p.* 147. Die Pariser Academie hat auf den Bericht der HH. Sérullas, Mirbel und Thénard für die Aufnahme dieser Abhandlung in den *Recueil des Savans étrangers* gestimmt.)

Auf den Bericht der Commission, welche mit Prüfung der in Bezug auf die Preisfrage über das Reifen der Früchte eingelaufenen Abhandlungen beauftragt war, erkannte die Academie in der Sitzung am 2. April 1821 Hrn. Bérard den Preis zu, und mir bewilligte sie eine ehrenvolle Erwähnung. Da die Academie aber glaubte, daſs die Lösung der Aufgabe noch Einiges zu wünschen übrig lasse, so ford rte sie uns auf, unsere Arbeiten fortzusetzen. Um dieser Aufforderung zu genügen, glaube ich derselben einige seit jener Zeit gesammelte Beobachtungen vortragen zu müssen, welche mir die in meiner ersten Abhandlung erwähnten zu unterstützen scheinen.

Das von der Academie erlassene Programm verlangte Folgendes:

1) Analyse der Früchte zu den Hauptepochen ihres Wachsthums und ihres Reifens, selbst zu der Zeit ihres Angehens und Faulens.

2) Vergleich zwischen der Natur und Menge der Substanzen, welche die Früchte zu diesen verschiedenen Zeiten enthalten.

3) Sorgfältige Untersuchung des Einflusses der äuſseren Agentien, besonders der die Früchte umgebenden Luft und der Veränderungen, welche dieselbe erleidet.

Es ist erlaubt worden, die Beobachtungen auf einige Früchte von verschiedenen Arten einzuschränken, sobald nur hinlänglich allgemeine Folgerungen daraus zu ziehen seyen.

Bevor ich weiter gehe, werde ich den Zustand der Kenntnisse, zur Zeit als die Academie diese Preisfrage aufstellte, in Erinnerung bringen. Ich werde die von Hrn. Bérard erhaltenen Resultate prüfen, und zeigen, worin sie von denen des Hrn. Theodor de Saussure und von den meinigen abweichen.

Ich habe geglaubt den Absichten der Academie zu entsprechen, wenn ich vorzüglich die Früchte mit fleischigem Pericarpium vornehme; denn klar ist, dafs sie in der Wahl ihrer Preisfrage durch die Wichtigkeit dieser Früchte für den Hausstand und durch die anziehenden Erscheinungen des Reifens derselben geleitet wurde. Ich werde diese Aufgabe mehr in physiologischer als in botanischer Beziehung behandeln; da überdiefs in letzterer die Schriftsteller weniger zu wünschen übrig gelassen haben.

Ungeachtet das Reifen, welches bekanntlich zu dem grofsen Zweck der Fortpflanzung der Species beiträgt, indem es den Saamen gegen die äufseren Eindrücke schützt, und ihm darauf, durch die Zerstörung des Parenchyms (welches das Mesocarp bildet) die nöthigen Materialien zu seiner Entwicklung liefert, viel Interesse darbietet, so ist doch diese Operation, vor Hrn. Bérard und mir, nur von sehr wenigen Physiologen studirt worden.

Ingenhousz ist der erste, welcher sich damit beschäftigt hat. Ich werde aus seinem Werke (*Expériences sur les végétaux*) alles auf diesen Gegenstand Bezügliche ausziehen, ohne etwas an der Einfalt seiner Ausdrücke zu ändern.

»Alle Früchte, sagt er, hauchen im Allgemeinen bei Tage und bei Nacht, im Sonnenschein wie im Schatten, eine schädliche Luft aus, und sie besitzen im beträchtlichen Grade die Fähigkeit der umgebenden Luft, eine der bösartigsten Eigenschaften mitzutheilen. Ich war sehr erstaunt und selbst etwas erzürnt, als ich in den Früchten, die einen so grofsen Theil unserer Nahrungsmittel ausmachen, ein verstecktes Gift entdeckte, zumal ich fand,

dafs selbst einige der köstlichsten im Geschmack und Geruch, wie z. B. die Pfirsiche, diefs Vermögen in einem erstaunlichen Grade besitzen. Ich habe beobachtet, dafs eine Pfirsich im Schatten eine am Volum sechs Mal gröfsere Luftmasse dermafsen verderben kann, dafs sie für ein Thier, welches sie eingeathmet hätte, tödtlich geworden wäre, und dafs dieselbe feucht, selbst im Sonnenschein, eine gleiche Luftmasse so schädlich machen kann, dafs eine brennende Kerze alsbald darin verlöscht.«

Es ist wohl unnöthig zu bemerken, dafs das Gift, von dem Ingenhousz spricht, nichts anderes als die bei dem Reifen sich bildende Kohlensäure ist, welche bekanntlich tödtlich wirkt.

Sennebier ist der Physiolog, welcher mir die schätzbarsten Materialien zur Bestätigung meiner Theorie geliefert hat. Man wird sehen, dafs er, ohne sich auf Versuche zu stützen, als Mann von Genie die Erscheinung mehr errathen als bewiesen hat.

Er bemerkte, dafs der anfangs herbe Geschmack der Früchte sauer und hernach süfs wird; dafs der zusammenziehende Stoff, welcher immer mehr der Pflanzensäure näher kommt, sich durch Verbindung mit Sauerstoff in Zucker umändert; endlich, dafs die Säuren sich unzweifelhaft immer mehr und mehr oxydirten, dafs z. B. die Citronsäure der grünen Trauben sich durch die Oxydation in Weinsäure verwandelt.

»Es scheint, sagt er, dafs *der gummige Theil des Saftes zum zuckrigen Theil der Früchte werde,* und da man Zucker aus Gummi erhält, so ist glaublich, dafs dieses den Geschmack nach dem Verhältnifs seiner Elemente ändert.«

Da, wo er die Bestandtheile des Satzmehls anführt, welche bekanntlich *Wasserstoff*, *Kohlenstoff* und *Sauerstoff* sind, sagt er ferner: »*dafs die Vermehrung dieses letzteren Stoffs das Satzmehl in den Zustand der zuckrigen Substanz überführe.*«

An

An einer andern Stelle drückt sich derselbe folgendermaſsen aus: »Nach dem was ich von dem Satzmehl gesagt habe, das in jeder Pflanze vorhanden ist, scheint es mir sich deshalb darin zu befinden, damit es das Wachsthum der Theile derselben begünstige, wie es deren Entwicklung im Pflänzchen befördert *durch seine Lösung in Pflanzensäuren; man könnte dasselbe von dem Reifen der Früchte sagen, bis dieser wichtige Gegenstand mehr ergründet seyn wird.*«

Ich erinnere an die Meinung von Fourcroy, welcher meinte, *der gummige Stoff könne sich in den reifenden Früchten leicht in Zuckerstoff umwandeln.*

Man wird sehen, in wie weit die Versuche, welche ich über das Satzmehl, das Gummi, die Säfte der Früchte und die Pflanzensäuren angestellt habe, diese Hypothese bestätigen.

Die HH. Lamarck und Decandolle glauben: »daſs bei dem Reifen der Saft in die Frucht dringe. Da die Transpiration hier fast Null sey, so vergröſsere sich die Frucht mehr als jeder andere Theil, in dem Maaſse als sie Saft aufnehme; die Menge des Safts werde hier noch vermehrt, weil er, wegen der häufig in den Fruchtstielen befindlichen Articulationen, nicht leicht durch die Rinde zurückgehen könne. Alle Säfte, welche demgemäſs in die Frucht gelangen, behalten ihren herben und sauren Geschmack bis zur letzten Epoche des Reifens; alsdann verschlieſsen sich die äuſseren Poren der Frucht; die Fruchtstiele, an sich schon verstopft, geben nur eine geringe Menge Saft. Der aus der Zersetzung der Kohlensäure herrührende Sauerstoff kann nicht mehr entweichen, wirft sich daher auf den Schleim der Frucht und verwandelt diesen in eine zuckrige Materie.«

Hr. Mirbel, in seinem Werke über die Obstbäume, sagt in Bezug auf die süſsen Früchte: »Die fleischigen Pericarpe verschlucken Sauerstoff und stoſsen Kohlensäure aus; zuckrige Flüssigkeiten bewegen sich in ihrem Zell-

gewebe; sie erleiden eine schwache Gährung, die Organisation ändert sich, die Säfte werden sauer, das Mark zersetzt sich und geht in Fäulniſs über.«

Diese Schriftsteller haben, wie seitdem überall, die Gegenwart der Luft für unumgänglich zu dem Reifen angesehen, weil sie den Sauerstoff derselben für nöthig zur Bildung der Pflanzensäuren hielten.

Allein so verstehe ich, wie man sehen wird, das Phänomen nicht. Denn da das Reifen in vielen Fällen ohne Mitwirkung des Vegetationsactes vor sich geht, so ist es natürlicher, wie mir scheint, diesen Act als Folge einer innerlichen Bewegung anzusehen, zu welcher die atmosphärische Luft nur in so weit beiträgt, als sie, wie bei der Gährung, das zur Störung des Gleichgewichts der Elemente nöthige Sauerstoffgas liefert. Ich werde bald zu der Folgerung kommen, die sich aus Th. v. Saussure's und meinen Versuchen ergiebt, daſs die Existenz der Frucht in zwei Theile zerfällt; der erste umfaſst ihre Entwicklung und die Bildung ihrer Bestandtheile, der zweite das Reifen im eigentlichen Sinne, welches schon eine anfangende Zersetzung ist.

Nach Davy ist der markige Theil der Früchte in seiner Organisation von der Natur der Zwiebeln; er enthält in seinen Zellen eine gewisse Menge Nahrungsstoff, welcher daselbst zum Nutzen des Pflanzenembryo's abgesetzt ist. *Der Zucker, der Schleim* und *das Stärkmehl sind darin mit Pflanzensäuren verbunden.*

Gewiſs ist es wahr, daſs diese Bestandtheile sich in den Früchten finden, und der Gegenstand dieser Arbeit ist: ihre Bildung und gegenseitige Wirkung zu erklären. Allein ich theile nicht die Meinung dieses Chemikers in Betreff der Ernährung des Embryo. Bei Untersuchung vieler Früchte, besonders derer mit einem Kern, habe ich zu bemerken Gelegenheit gehabt, daſs dieser oder das Endocarp immer vor der Entwicklung der Frucht gebildet war, und direct mit dem Fruchtstiel und nicht mit

dem Mesocarp zu communiciren schien. Ein Beweis, dafs der Embryo durchaus isolirt ist vom Mesocarp und nicht mit ihm in Verbindung steht, liegt darin, dafs, wenn man die beiden Valven, welche z. B. den Kern der Pfirsich, Aprikose oder Mandel ausmachen, von einander trennt und mit der Lupe untersucht, man in ihrer Substanz und in der Linie der Nath zwei Faserbündel unterscheidet, die sich nach entgegengesetzter Richtung verlängern, einen, der verstopft ist, und folglich keine Rolle spielen kann, und einen andern, der dem Kern die Nahrungssäfte zuführt, welche er nicht vom Mesocarp, sondern vom Stamm (Taf. IV Fig. 9) empfängt.

Wahrscheinlich verstopft sich bald der eine, bald der andere dieser Bündel, je nach der Richtung, welche die Frucht nimmt. Erwägt man, dafs diese überflüssige Vorsicht der Natur bei den Früchten mit langen Fruchtstielen nicht stattfindet, so darf man wohl daraus schliefsen, dafs sie den Zweck habe, der geringen Länge dieser Stiele etwas abzuhelfen, indem sie der Frucht erlaubt, die günstigste Richtung für ihre Entwicklung anzunehmen. Man würde mit Unrecht glauben, dafs die Anordnung einiger Hülsensaamen, wie Erbsen, Bohnen u. s. w., diese Hypothsse umstiefse; im Gegentheil beweist ihre Insertion in die Hülse zur Seite, genau da, wo man den Faserbündel bemerkt, dafs sie durch diese Kanäle mit dem Stiele zusammenhängen und durch sie die Nahrungssäfte erhalten. Wenn das Mesocarp zur Ernährung des Embryo diente, so würde es beständig fleischig seyn, und nicht bald durch die Entwicklung des Kelchs, bald durch die des Pistills gebildet werden. Es ist z. B. wohlbekannt, dafs bei den Thieren die Seminal-Organe besondere Kanäle haben, und dafs die Membrane, welche sie einschliefst, durchaus nur als Hülle und als Schutzmittel gegen äufsere Eindrücke dient.

Ich verweile nicht länger bei dieser Betrachtung; wenn sie nicht schon gemacht ist, so wird sie gewifs Be-

achtung finden von geschickten Beobachtern in dieser Gattung von Untersuchung, und wenn sie zur Erweiterung des Gebiets der Wissenschaften beitragen kann, wird mein Zweck erfüllt seyn.

Ich enthalte mich auch der weiteren Anführung der Meinungen derjenigen Schriftsteller, welche vor der Preisfrage der Academie sich mit dem Reifen der Früchte beschäftigt haben.

Da die Prüfung der Arbeit des Hrn. Bérard in der Absicht geschah, gewisse Punkte in derselben zu widerlegen, so halte ich es zur Rechtfertigung dieses Unternehmens für nöthig, die Beschlüsse des Berichts anzuführen. Man liest darin: »dafs die Commissäre bedauern, die Versuche wegen der Jahreszeit nicht wiederholen zu können, dafs sie ihnen aber mit vieler Sorgfalt angestellt zu seyn scheinen, und dafs sie die Resultate für richtig halten. Bei diesem Stand der Sache geht ihr Gutachten dahin, dafs, wegen der Schwierigkeit und Wichtigkeit des Gegenstandes der Abhandlung No. 2 der Preis, und der Abhandlung No. 3 eine ehrenvolle Erwähnung zuerkannt werden müsse. Sie laden die Verfasser dieser Abhandlungen ein, ihre Untersuchungen fortzusetzen und die Lösung der Aufgabe zu beschleunigen.«

Ich bestehe auf diesem Punkt, weil in der That die Aufgabe nicht gelöst worden ist. Ich hoffe diefs zu beweisen, und führe daher nochmals den Bericht der Commission an.

»Der Verfasser der Abhandlung No. 2, heifst es darin, kommt dem Ziele am nächsten. Die von ihm beigebrachten Versuche über die Veränderungen, welche die Frucht in ihrer Zusammensetzung von der Entstehung bis zur Reife und Fäule erleidet, sind zwar nicht recht beweisend, sie lassen im Gegentheil viel zu wünschen übrig, und sind weder so zahlreich, noch so genau, dafs man daraus allgemeine und unbestreitbare Folgerungen ziehen könnte;

allein die über den Einflufs der Gase auf das Reifen sind sehr merkwürdig.«

»Er hat gesehen, dafs das Reifen der Früchte nur in Berührung mit der Luft geschieht, und dafs sich dabei durch Verbindung des Sauerstoffs der Luft mit dem Kohlenstoff der Frucht Kohlensäure bildet, so dafs hier ein umgekehrter Vorgang statt findet, wie bei den Blättern unter dem Einflufs des Sonnenlichts *).

Diese Resultate, welche, wie der Berichterstatter bemerkt, den von mir erhaltenen widersprechen, stehen auch in Widerspruch mit den Versuchen von Hrn. de Saussure. In der That findet man in einer von ihm im Jahre 1821, also zu derselben Zeit bekannt gemachten, Abhandlung über den Einflufs *der grünen Früchte auf die Luft vor ihrer Reife*, dafs »die grünen Früchte, im Sonnenschein wie im Dunkeln, denselben Einflufs auf die Luft haben wie die Blätter; die Wirkung beider ist nur in der Stärke verschieden, sie ist gröfser bei den letzteren.«

»Bei gleichem Volume verbrauchen sie im Dunkeln mehr Sauerstoff, wenn sie von der Reife fern, als wenn sie ihr nahe sind.«

»Ihre Fähigkeit, die Kohlensäure zu zersetzen, wird mit der Annäherung an die Reife schwächer.«

»Sie eignen sich bei ihrem Wachsen den Sauerstoff und den Wasserstoff des Wassers an, und nehmen ihnen den flüssigen Zustand.«

Diese Resultate, welche mit den meinigen überein-

*) Auszug aus demselben Bericht: »Der Verfasser von No. 1 überläfst sich theoretischen Speculationen und stützt sich auf keine genaue Erfahrung. Er verdient nicht ausgezeichnet zu werden.«

Der Verfasser von No. 3 zeigt von Kenntnissen. Er hat die Aufgabe wohl begriffen; allein er scheint, nach seinem eigenen Bekenntnifs, nicht Mufse genug gehabt zu haben, sie gehörig zu behandeln. Indefs enthält seine Abhandlung mehrere interessante Beobachtungen, welche ihn einer ehrenvollen Erwähnung würdig machen.

stimmen, haben mich, wie man sich denken kann, als ich sie kennen lernte, mit der lebhaftesten Genugthuung erfüllt; denn es war mir in der That nicht gleichgültig, mit diesem gelehrten Physiologen zusammenzutreffen.

In der That geht aus seinen und meinen Beobachtungen hervor, daſs das Leben der Frucht in zwei Perioden zerfällt; die erste umfaſst ihre Entwicklung und die Bildung ihrer Bestandtheile, in der zweiten findet die Reaction zwischen den Bestandtheilen statt; die dann noch erhöhte Temperatur begünstigt diese Reaction. In der ersten Periode haben sie, wie es der genannte Physiolog sehr wohl bemerkt, denselben Einfluſs auf die atmosphärische Luft, wie die Blätter; in der zweiten, welche die ist, in der das Reifen geschieht, findet Erzeugung von Kohlensäure statt. In der That findet dann schon eine Desorganisation statt, die, nach der Natur der Frucht, mehr oder weniger langsam ist.

Da die folgenden Versuche für diejenigen interessant seyn können, die etwa geneigt sind, sich mit dieser Gattung von Versuchen zu beschäftigen, so werde ich die Apparate beschreiben, was vielleicht überflüssig seyn könnte, wenn ich nicht den Zweck hätte, die Hindernisse, welche mir begegnet sind, anzugeben und aus dem Wege zu räumen. Um das Verständniſs zu erleichtern, verweise ich auf die Tafel IV, wo sie dargestellt sind.

In ein Glas mit weiter Oeffnung (Fig. 1) brachte ich eine Pfirsich von der Gröſse einer Wallnuſs, die noch mit ihrer grünen Schale bekleidet war. Dieses Glas ward durch einen in zwei Theile zerschnittenen Stöpsel sorgfältig verschlossen. Jeder Theil hatte einen Ausschnitt, um den jungen Zweig, der die Frucht trug, hindurch zu lassen. Dieser Zweig war sorgfältig mit Kautschuck umgeben, um ihn vor Verletzungen von Seiten des Korks und dessen harzigen Ueberzuges zu schützen. Eine am Ende mit einer Blase versehene Röhre reichte in das Glas hinab; noch eine andere ging ebenfalls durch den Kork,

allein nur einige Zoll tief hinab, sie war gekrümmt und in einen mit Quecksilber gefüllten Napf geleitet. Bei diesem Apparate brauchte man nur, um zur Analyse zu schreiten, in die Blase zu blasen, welche dann durch ihr Aufschwellen eine gewisse Luftmenge verdrängte, und durch die andere Röhre in die graduirte Glocke trieb. Jedesmal, nachdem ich Luft herausgenommen hatte, erneute ich sorgfältig die Luft im Glase durch wiederholtes Aufblasen und Aussaugen der Blase, wobei die äufsere Luft dann durch die gekrümmte Röhre eintrat.

Da ich Gelegenheit hatte zu bemerken, dafs die grofse Menge Wasser, welche sich bei der Transpiration erzeugte, die Blase zerstörte und folglich auch die Luft im Glase verdarb, so kehrte ich den Apparat um, wie in Fig. 2 zu sehen. Diese Anordnung macht zwar die Hineinbringung der Frucht beschwerlicher, hat aber den Vortheil, dafs man durch Anbringung einer neuen Röhre, die, wie es dieselbe Figur zeigt, unten durch einen Stöpsel verschlossen ist, das ausgedunstete Wasser bei jeder Analyse des Gases herausnehmen kann.

Diese Vorsichtsmafsregel verbesserte zwar den Apparat merklich, war indefs unzulänglich, um die Blase während der ganzen Zeit des Reifens unverletzt zu erhalten. Ich brachte in das Glas wassergierige Substanzen, wie z. B. Kalk, Chlorcalcium u. s. w.; allein ich bemerkte, dafs diese Substanzen, besonders das Chlorcalcium mit zu grofser Stärke einwirkten, denn sie nahmen nicht nur die Feuchtigkeit des Glases fort, sondern auch zum Theil die der Frucht. Obgleich die Pfirsiche, Aprikosen und Weintrauben in eine so trockne Luft gebracht, viel schneller als andere die Kennzeichen der Reife zeigten (wahrscheinlich wegen der erzeugten Wärme und der aus der Entziehung eines grofsen Theils der Feuchtigkeit erfolgenden Annäherung der Bestandtheile), so halte ich dennoch das hygrometrische Wasser der Luft als unumgänglich für die Entwicklung der Frucht. Im Fall die

Transpiration zu beträchtlich wäre, würde sie wahrscheinlich verhindern, dafs die Säfte sich gehörig entwickelten.

Ich halte es für vortheilhaft, die zum Ausfliefsen des Wassers bestimmte Röhre zu verlängern, und sie in ein mit Wasser gefülltes Gefäfs endigen zu lassen *), wie es die Fig. 2 zeigt. Denn auf diese Weise bleibt niemals eine zu grofse Menge Feuchtigkeit in dem Glase, und man ist auch sicher, dafs es niemals an derselben fehle. Diese Röhre kann auch, nach Bezugnahme auf die Temperatur, als Anzeiger dienen, ob die Frucht Gas verschluckt oder entbunden habe. Man beseitigt auch dadurch einen Uebelstand, von dem schon Hr. de Saussure in der erwähnten Abhandlung redet, nämlich den, dafs die erzeugten Gase sich nicht frei ausdehnen können, und wahrscheinlich bei der durch den Sonnenschein bewirkten Temperaturerhöhung in die Pflanzentheile entweichen. Diefs hat grofse Schwankungen in den bisher angestellten Analysen hervorbringen müssen, so dafs diese nothwendig wenig Zutrauen verdienen.

Ich habe den eben beschriebenen Apparat erdacht, nicht blos um, wie man es vor mir gethan, die Luft zu analysiren, welche von einer Fruchtart verderbt wurde, sondern um die Luft zu verschiedenen Perioden im Laufe des Reifens derselben Frucht zu untersuchen.

Da dieser Apparat ziemlich zusammengesetzt und folglich schwierig aufzustellen ist, so glaubte ich nicht, mich an den von ihm gelieferten Resultaten halten zu müssen. Ich verfuhr durchaus eben so wie Hr. Bérard.

In Gläser von etwa $\frac{1}{2}$ Liter Gehalt und versehen mit Stöpsel, die, wie in den vorhergehenden Versuchen, in zwei Theile getheilt und in der Mitte ausgeschnitten wa-

*) Brächte diese Anordnung durch die Verdampfung des Wassers im Gefäfse noch zu viel Feuchtigkeit in den Apparat, so kann man Oel statt des Wassers nehmen. Dadurch würde der Frucht das Wasser entzogen, in dem Maafse als es sich condensirt, ohne dafs es als Dampf wieder hineintreten könnte.

ren, brachte ich noch grüne Aprikosen und Pfirsiche. Nach 24 bis 36 Stunden nahm ich die Gläser fort, indem ich die Zweige abschnitt, und sammelte das Gas mittelst der Quecksilberwanne. Ich fand die Menge der Kohlensäure beständig vermehrt, ohne dafs das Sauerstoff der Luft merklich abgenommen hatte *).

Ich kann demnach nicht mit Hrn. Bérard annehmen, »dafs das Reifen der Frucht erfolge durch eine immerwährende Entziehung des Kohlenstoffs, welcher sich mit dem Sauerstoff der Luft zur Bildung von Kohlensäure verbinde, so dafs das Reifen plötzlich einhalte, wenn die Frucht in eine sauerstofffreie Atmosphäre getaucht werde.« Wäre der Sauerstoff unumgänglich für das Reifen, so hätte ich nicht eine Pfirsich sich entwickeln und alle Kennzeichen der Reife erlangen sehen können, die in ein Glas dicht eingeschlossen war, worin sich also die Luft nicht zu erneuen vermochte. In dem Glase hatten sich durch Transpiration 5 bis 6 Unzen Wasser gebildet. Ich versicherte mich, nachdem es vom Baum abgetrennt worden, dafs es der äufseren Luft keinen Eingang verstattete.

Dieser Versuch, welcher mir entscheidend schien, weil er der Meinung des Hrn. Bérard widersprach, ist, nach der Lesung des Berichts, zweien Berichterstattern mitgetheilt worden; allein diese urtheilten anders, denn der Ausspruch wurde ohne Abänderung beibehalten. Indefs setzte ich desto mehr Zutraun in diesen Versuch, da er mit einer noch unter dem Einflufs der Vegetation stehenden Frucht angestellt worden war, und doch mit denen aufserhalb dieses Einflusses gemachten übereinstimmte.

*) Dieser Umstand, welcher mit dem von Hrn. Th. de Saussure erhaltenen Resultaten in Widerspruch steht, rührt daher, dafs das Gefäfs nicht grofs genug war, und folglich das Wachsthum gehemmt wurde. In der genannten Abhandlung über den Einflufs unreifer Früchte auf die atmosphärische Luft, bemerkt dieser gelehrte Physiolog, dafs in diesem Falle immer Kohlensäure gebildet werde, und dafs die Früchte sich dann verhalten, wie wenn sie schon im Reifen begriffen wären.

Die folgenden wurden hauptsächlich mit von dem Stamme abgetrennten Birnen und Mispeln angestellt *). Der äufserst einfache Apparat, dessen ich mich bediente, war wenig von dem vorhergehenden verschieden. Die Transpiration war hiebei weniger stark, und die Blase hielt sich daher viel länger ohne Veränderung. Der Apparat bestand aus einem Glase mit grofser Oeffnung, welches bis zum Drittel seines Rauminhalts mit der Frucht gefüllt wurde, die dem Versuch unterworfen werden sollte. Das Glas war durch einen Pfropfen verschlossen, versehen mit einer Verbindungsröhre, die in einem Behälter mit Quecksilber hinabreichte. Durch eine zweite Röhre, die gleichfalls durch den Korkstöpsel ging, stand eine in dem Glase befindliche ausgedrückte Blase mit der äufseren Luft in Verbindung. Durch das Aufblasen derselben war es leicht, sich nach Belieben eine Portion des Gases zu verschaffen, in welchem die Frucht verweilt hatte.

Da die grofse Zahl meiner Versuche mir erlaubt hat, die Apparate abzuändern, so gebe ich noch die beiden folgenden an, welche mir wegen ihrer Einfachheit sehr bequem scheinen. Sie gestatten ebenfalls, zu verschiedenen Zeiten die von der nämlichen Frucht verderbte Luft zu untersuchen.

Der erste bestand aus einem Glase (Fig. 4), das durch einen Korkstöpsel genau verschlossen war. Durch diesen führten zwei Röhren in das Glas; die eine, gekrümmt, ging in eine auf der Quecksilberwanne stehende Glocke, die andere trug einen mit einem Hahn versehenen Trichter. Denkt man sich den Trichter gefüllt mit Wasser, Quecksilber, oder besser mit trocknem und feinem Sande, so begreift man, dafs, wenn man eine dieser Substanzen durch das Oeffnen des Hahns in das Glas laufen läfst, eine gewisse Gasmenge genöthigt seyn wird, in die Glocke überzugehen, wo sie dann analysirt werden kann.

*) In dem Zustande, in dem man sie zur Aufbewahrung abpflückt.

Der zweite Apparat (Fig. 5) bestand aus einem hohen Glascylinder, gefüllt zu zwei Drittel mit Quecksilber, in das eine Röhre getaucht war, welche die dem Versuch unterworfenen Früchte einschloſs, hier Kirschen und Weintrauben. Diese Röhre war oben mit einer andern engeren verbunden, die gekrümmt war und sich unter einer mit Quecksilber gefüllten Glocke endigte. Man sieht, daſs es bei dieser Einrichtung hinreichte, die Röhre mit den Früchten in den Cylinder hinabzulassen, um das Gas in die Glocke zu treiben.

Alle diese Apparate haben mir, ungeachtet der Verschiedenheit ihrer Einrichtung, immer dieselben Resultate geliefert. Ich muſste mir Glück wünschen, sie abgeändert zu haben, weil sie die Meinung bestätigten, die ich mir über den Einfluſs der Früchte auf die Gase gebildet hatte, unter welchen Umständen diese sich auch befinden mochten.

Während der Reaction der Frucht auf sich selbst, wenn sie in einer Luft eingeschlossen ist, machten sich einige besondere Erscheinungen bemerklich, von denen ich hier etliche anführen will. Eine Porcellanschaale, die eine vollkommen gesunde und 64 Grm. wiegende Butterbirne enthielt, wurde auf die Quecksilberwanne gesetzt, und mit einer Glocke, die eine Verbindungsröhre hatte, überdeckt. Ich erhielt die Luft zum Analysiren dadurch, daſs ich die Glocke in das Quecksilber hinabdrückte. Als ich sie am andern Tage untersuchte, fand ich, daſs sich schon eine groſse Menge Kohlensäure entwickelt hatte. Die Entwicklung derselben hielt länger als einen Monat an, während dessen der Versuch dauerte, also noch lange nachdem der Sauerstoff in der Glocke verbraucht worden war. Zugleich bemerkte ich, daſs die Innenseite der Glocke, so wie das äuſsere Häutchen der Birne, sich mit Feuchtigkeit überzogen. Die Birne hatte eine wahre Turgescenz erlitten, ihre Schaale war durch die inneren Gase gewaltsam ausgespannt, und als man sie aus der

Glocke nahm, musſte man sehr vorsichtig zu Werke gehen, um sie nicht zu zerreiſsen. Ihr Gewicht hatte um 2 Grm. abgenommen *). Der geringste Druck mit den Fingern reichte hin, um in Menge einen sehr wäſsrigen, süſsen und schleimigen Saft austreten zu lassen. Fast das ganze Parenchym der Birne war zerstört, und blos der am Fruchtstiel sitzende Faserbündel hatte dieser Zerstörung aller organisirten Materie widerstanden. Es scheint, daſs nichts diese beständige Erzeugung von Wasser und Kohlensäure in der Frucht verhindern könne; denn, wie man weiterhin sehen wird, habe ich nicht nur mit den umgebenden Gasen gewechselt, sondern auch einige dieser Früchte mit verschiedenen Ueberzügen versehen, um sie gegen den Contact der äuſseren Agentien zu bewahren. Zu diesem Behufe habe ich angewandt: Mimosengummi, Traganth, Leinsaamenschleim, Eiweiſs, Goldschlägerhäutchen, Firniſs u. s. w. Das Auge der Frucht mochte mit in diese allgemeine Hülle eingeschlossen seyn oder nicht, immer sah ich fast dieselbe Veränderung, und fast in demselben Zeitraum eintreten. Andererseits lieſs ich mehrere Fruchtarten, die zu mehr oder weniger von der Reife entfernten Zeiten abgepflückt worden waren, trocknen, und erhielt dabei beständig das Resultat, daſs, bei einer und derselben Fruchtart, das Wasser fortwährend zunimmt, in dem Maaſse, als das Reifen vorschreitet, der Schleim aber abnimmt und die Menge des Zuckers wiederum wächst.

Diese Thatsachen sind sehr geeignet, die späterhin von mir entwickelt werdende Meinung zu unterstützen, daſs der Zucker auf Kosten und durch Zusammenwirken des Schleims und der Säure gebildet werde.

Um mit andern Gasen, als die atmosphärische Luft, zu arbeiten, brachte ich das die Früchte enthaltende und

*) Diese Gewichtsabnahme rührte wahrscheinlich von der entwichenen Feuchtigkeit her, welche die Innenseite der Glocke bekleidete.

mit seinem Stöpsel verschlossene Glas auf den Teller einer Luftpumpe, und bedeckte das Ganze mit einer Hahn-Glocke (Fig. 7). Nachdem die Glocke mehrmals ausgepumpt worden, brachte ich das Gas hinein, das sich zu dem Ende in einer an dem Hahn der Glocke befestigten Blase befand. Ich wiederholte diese Operation, bis ich gewifs seyn konnte, dafs das Glas von atmosphärischer Luft befreit und mit dem Gase gefüllt war, dessen Wirkung ich kennen lernen wollte. Ich nahm alsdann den Recipienten fort, setzte schnell den Stöpsel mit seiner Verbindungsröhre ein, und verkittete diesen so gut wie möglich. Hiedurch wurde alle Berührung der Früchte sowohl mit dem Wasser als mit dem Quecksilber verhindert, was bei Anwendung eines anderen Verfahrens schwierig gewesen wäre.

Ich versetzte eine gleiche Anzahl Wasser-Birnen (*mouille-bouche*) unter dieselben Umstände. In einem der Gläser waren die Birnen der freien Luft ausgesetzt, in einem zweiten ebenfalls der Luft, aber einer abgeschlossenen Menge, in einem dritten dem Stickgase, in einem vierten dem Wasserstoffgase, in einem fünften der Kohlensäure. Ich werde auf diese Versuche zurückkommen. Dieselben wurden auch mit Mispeln angestellt, und das allgemeine Resultat meiner Beobachtungen bestätigte den Satz, dafs in allen Gasen die Früchte auf Kosten ihrer selbst eine ziemlich grofse Menge Kohlensäure entwickeln. Ich habe mich überzeugt, dafs bei dieser Entwicklung jede Fruchtart einen Gewichtsverlust erleidet.

Aufser den vorhergehenden Thatsachen, welche mit den Resultaten des Hrn. de Saussure übereinstimmen, habe ich mich, gleich wie Hr. Bérard, mit einer Reihe von Versuchen beschäftigt, welche die Aufbewahrung der Früchte im Vacuo zum Zweck hatten. Sie waren um so interessanter, als sie zur Lösung eines Theils der Preisfrage beitrugen. Der geringe Erfolg, welchen ich erhielt,

bewog mich, diejenigen zu wiederholen, welche der genannte Chemiker in seiner Abhandlung so sorgfältig und folgendermaſsen beschrieben hat.

»Um die Früchte in das Vacuum zu bringen, sagt er, legte ich sie zunächst in ein Glas, welches darauf mit einem Korkstöpsel wohl verschlossen und verkittet wurde. Mit einer Nähnadel machte ich in der Mitte des Korks ein möglichst kleines Loch. Das Glas wurde darauf auf den Teller einer Luftpumpe gestellt und mit einer Glocke überdeckt, in welcher sich mittelst einer Lederbüchse ein cylindrischer Kupferstab auf und ab schieben lieſs. Die Glocke war so gestellt, daſs sich der Stab gerade auf das Loch im Kork des Glases herabsenken lieſs. Die Glocke, und folglich das mit ihr in Verbindung stehende Glas, wurden ausgepumpt, und darauf der Stab, an dessen Ende ein Wachskügelchen geklebt war, herabgeschoben und stark niedergedrückt, wodurch das kleine Loch im Pfropfen mit Leichtigkeit verschlossen und das Glas vollkommen luftleer erhalten ward.«

Ich muſs bekennen, daſs ich nicht so glücklich war, wie Hr. Bérard, ein vollkommenes Vacuum zu erhalten, wenigstens glaube ich nicht, daſs es vollkommen war. Indeſs, da mir der Versuch im Vacuum sehr interessant schien, so änderte ich den Apparat folgendermaſsen ab: Statt des Glases nahm ich eine Glocke von etwa 8 Zoll Höhe, stellte sie auf eine mattgeschliffene Glasplatte, und verband sie durch eine mit einem Hahn versehene Röhre mit der Luftpumpe (Fig. 8). Diese Einrichtung erlaubte mir, durch Unterbrechung der Communication mit der Luftpumpe, die Versuche zu vervielfältigen, wie es Hr. Bérard thun wollte, aber ich mit gröſserem Erfolg thun konnte, weil mir die Gestalt des Gefäſses und die Einrichtung des Apparats keinen Zweifel an der wirklichen Erreichung des Vacuums übrig lieſsen. Ich mochte nun Pfirsiche, Aprikosen oder Weintrauben nehmen, so bemerkte ich doch, sobald diese Früchte nicht reif waren,

dafs sie während der ersten 14 bis 20 Tage keine merkliche Aenderung erlitten; allein nach dieser Zeit erhielt sich das Vacuum schwierig, die Frucht schrumpfte zusammen, ward kleiner, und trocknete endlich vollständig aus.

Waren dagegen die Früchte reif, so liefs sich das Vacuum schwierig erreichen; man pumpte nicht blos die Luft aus der Glocke, sondern auch das Vegetationswasser aus. Die einander mehr genäherten Bestandtheile wirkten auf einander, und die Zersetzung geschah rascher, wie sie in freier Luft geschehen seyn würde *).

Als ich unter eine der Glocken ein Schälchen mit Kalkwasser setzte, bemerkte ich, dafs es trübe wurde, und folglich, dafs die Frucht, wie in den andern Versuchen, Kohlensäure bei ihrer Veränderung entwickelte.

Ein Stück Aetzkalk, dafs unter eine andere Glocke gebracht worden war, in der Absicht, das Vegetationswasser, so wie es aus der Frucht entwich, zu absorbiren, brachte keine andere Wirkung hervor, als dafs es die Austrocknung noch beschleunigte.

*) Diese Erscheinung, welche mit den hergebrachten Ideen im Widerspruch zu stehen scheint, mufs folgendermafsen erklärt werden. Bekanntlich müssen die Stoffe, wenn sie auf einander wirken sollen, aufser anderen Umständen, im Zustande der Lösung sich befinden. Entzieht man nun der Frucht, wie in dem obigen Versuch, Wasser und Luft, so verringert man zwar den Lösungszustand ihrer Bestandtheile; allein diefs ist nicht die einzige Wirkung, denn da die Luft und das Wasser wirklich Bestandtheile der Frucht sind, so kann man sie nicht ausziehen, ohne nicht zugleich einen Theil der Organisation dieser zu zerstören. Man nähert und vermengt in diesem Fall Theile, die isolirt waren; man zerstört den Rest des vegetativen Lebens, welches sie noch besitzen, und reizt folglich die Molecüle zur Bildung neuer Verbindungen. Es ist jedoch natürlich zu glauben, dafs man, im Fall die Frucht nicht reif ist, alles in ihr enthaltene Wasser ohne Nachtheil fortnehmen könne. Der Mangel an Lösung widersteht in diesem Fall der Zersetzung, und die Austrocknung tritt ein.

Da ich eine grofse Anzahl von Versuchen über die Aufbewahrung der Früchte machte, so kann Keiner mehr als ich denjenigen mit Eifer wiederholt haben, welchen Hr. Bérard als entscheidend aufstellt, und welcher darin besteht, dafs man die Früchte in frisch mittelst Eisenoxydul bereitetes Stickgas stellt. Bedauern mufs ich daher, dafs ich mich genöthigt sehe, diefs Resultat zu bestreiten, auf welches man damals grofse Wichtigkeit legte, weil es, nach dem Bericht, die Grundlage einer günstigen Entscheidung wurde. Zehn Jahre sind nun seit der Anstellung dieser Versuche verflossen, und ich habe nicht gehört, dafs es gelungen sey, Früchte in Stickgas aufzubewahren; und doch war ich nicht allein dabei interessirt, die Wahrheit dieser Thatsache zu prüfen.

Ich werde nun einige dieser Versuche und die Abänderungen, auf welche sie mich gebracht haben, anführen. In einem weiten Glase hing ich eine Pfirsich auf, die noch ziemlich fest, ihrer Farbe nach zu urtheilen aber der Reife nahe war. Sie wog 80 Grammen. Der untere Theil des Glases war mit einer ziemlich dicken Schicht von frisch bereitetem noch feuchtem Eisenoxydul überzogen. Das Glas wurde schnell und sorgfältig verschlossen. In den ersten 5 bis 6 Tagen bemerkte ich keine Veränderung; allein einige Zeit hernach war der Theil der Pfirsich, welcher auf der Pappe ruhte, gleich wie diese, sehr feucht geworden. Ueberdiefs hatte sich die Pfirsich vermöge ihres Gewichts gesenkt. Die Veränderung, welche sie erlitten hatte, war eigenthümlicher Art, und ähnelte durchaus nicht der, welche sie an freier Luft erlitten haben würde, wovon ich mich dadurch überzeugte, dafs ich sie mit einer anderen gewöhnlich aufbewahrten Pfirsich verglich. Die letztere wurde schwarz und bedeckte sich mit Schimmel, was man nicht bei der ersten bemerkte. Vierzehn Tage hernach hatte die Veränderung der ersteren merklich zugenommen; allein sie sah noch *wie eine* Pfirsich aus, während die in freier Luft aufbewahrte

wahrte zu einer schwarzen, schimmlichen, gestaltlosen, Masse geworden war, deren Saft das Lackmus stark röthete. Es folgt aus diesem Versuch, daſs das Stickgas die Zersetzung abändert, aber nur sehr unvollkommen hindert.

Da ich glaubte, der Feuchtigkeit die schnelle Zersetzung der vorhergehenden Pfirsich zuschreiben zu müssen, so brachte ich eine andere unter dieselben Umständen, mit dem Unterschiede jedoch, daſs ich auf den Boden des Glases Aetzkalk und Eisenoxydul zusammen that; sogleich entwickelte sich beträchtlich viel Wärme, und der entstandene Teig nahm eine ziemliche Steifigkeit an. Zehn Tage hernach analysirte ich das Gas, und fand, daſs es nichts als Stickgas war. Die Pfirsich hatte keine Veränderung erlitten, sie war nicht, wie die vorhergehende, mit Feuchtigkeit bedeckt; endlich schien mir der Zusatz von Kalk hiebei einigen Vortheil zu haben, da die Zersetzung weniger rasch war.

Wasserstoffgas schien mir nicht die Erhaltung der Früchte zu bezwecken.

Von allen Gasen gab mir die Kohlensäure den besten Erfolg. Wirklich hatten die Früchte, die ich darin einschloſs, noch nach einem Monat ein ganz gutes Ansehen. Nach dieser Zeit veränderten sie sich aber bald; die Trauben wurden trübe, die Birnen gingen an. Endlich bemerkte man, bei Eröffnung des Glases, alle Kennzeichen der geistigen Gährung, welche durch die Kohlensäure wahrscheinlich nur verzögert worden war.

Einige Versuche mit schwefliger Säure hatten mir anfangs viele Hoffnung gegeben, die sich aber später nicht verwirklichte. Das seiner Wirkung ausgesetzte Obst, obgleich ganz gut aussehend, war doch hinsichtlich des Geschmacks sehr verändert, es schmeckte fade. Ich übergehe daher diese Versuche.

Weingeist-Dämpfe gaben mir, in Bezug auf die Er-

haltung der Formen, vortheilhafte Resultate, und ich glaube daher die folgenden Versuche anführen zu müssen.

Zwei Birnen, aufgehängt in einem Glase, das zu einem Zwanzigstel seines Rauminhalts mit Weingeist gefüllt war, und folglich in einer Atmosphäre von Weingeist-Dämpfen befindlich, zeigten sehr bald Zeichen des Angehens. Der Alkohol, der anfänglich von 36° B. war, zeigte nach vier Monaten nicht mehr als 15°. Es hatte demnach, wie man sieht, ein Austausch zwischen dem Vegetationswasser und dem absoluten Alkohol stattgefunden. Die Birnen waren nicht kleiner geworden, schienen vielmehr aufgeschwollen zu seyn, und es liefsen sich Tröpfchen auf ihrer Oberfläche bemerken.

Eine recht gesunde Weintraube, die ebenfalls in Weingeist-Dämpfen aufgehängt worden, nahm sehr bald ein besonderes Ansehen an; die Beeren wurden trübe und hellbraun, und so blieben sie, ohne weitere Veränderung zu erleiden, sechs Monate lang. Da das Glas nach Verlauf dieser Zeit offen blieb, so wurde der Alkohol, wie beim vorhergehenden Versuch, schwächer; allein im geringeren Grade, denn er zeigte 20°. Die Traube war hart, hatte einen sehr alkoholischen Geschmack, und schien sich demnach auf unbestimmte Zeit halten zu können.

Diese Aufbewahrungsart, welche anfänglich von geringem Interesse scheint, bietet indefs vielleicht Vortheil dar in der Aufbewahrung anatomischer Präparate. Gewifs ist, dafs sie mir vollkommen gelang, und dafs ich mit Hülfe derselben eine Birn, die interessante botanische Kennzeichen besafs, bis heute aufbewahrt habe (Fig. 6).

Aus dem Vorhergehenden mufs man schliefsen, dafs die Mittel, welche man bisher zur Aufbewahrung der Früchte angewandt hat, von geringem Erfolg waren.

Der erste Grund hiezu liegt in dem Druck, den die Frucht vermöge ihres Gewichts auf sich selbst ausübt *).

*) Zu bemerken ist, dafs die Frucht sich immer dort zuerst zer-

Begreiflicherweise ist er bei trocknen Früchten, bei Saamen z. B., ohne allen Nachtheil; allein bei Früchten mit fleischigem Pericarp verhält es sich anders. Bei diesen zerreifst die Holzfaser, und erlaubt folglich den Stoffen, aus denen die Säfte bestehen, auf einander zu wirken *).

Temperaturveränderungen legen auch der Aufbewahrung des Obstes ein grofses Hindernifs in den Weg. Man weifs, dafs das Obst sich viel besser hält an Orten, wo die Temperatur wenig schwankt und wo es vor Sonnenschein geschützt ist.

Damit man erfahre, wie ich mir den Act des Reifens denke, halte ich es für nützlich, an einige allgemeine Vegetationsphänomene zu erinnern.

Man weifs, dafs die Pflanzen durch eine uns unbekannte und vielleicht der Elektricität **) verwandte Kraft Wasser ***) aus dem Boden ziehen, welches sie mit den darin gelösten Substanzen sich aneignen und in Saft umwandeln; dieser circulirt, in Folge dieser Wirkung, in der Pflanze, und gelangt so zu den Blättern, wo er mit der Luft und dem Licht in Berührung kommt. Ein Theil des Wassers, aus welchem er besteht, wird in Dampf verwandelt und entweicht in die Atmosphäre; der andere Theil verbindet sich mit dem Kohlenstoff, welcher von

setzt, wo sie aufruht, wenigstens wenn sie nicht schon sonst einen Druck erlitten hat. Berührt man die Pfirsiche nur sehr schwach, so beschleunigt man deren Fäulung.

*) Bei dem Angehen gewisser Früchte, wie Birnen, Mispeln, entsteht nicht nur Alkohol, sondern auch Aether. In angegangenen Mispeln habe ich Essigäther angetroffen; man weifs überdiefs, dafs die Reinette-Aepfel in ihrem Geruche Aehnlichkeit mit dem Salpeteräther haben.

**) Beim Keimen z. B. begünstigt die Elektricität, indem sie die Stoffe aufserhalb ihrer Attractionssphäre bringt, die Verbindung des Sauerstoffs der Luft mit einem Theil des Kohlenstoffs vom Stärkmehl, um Zucker und Schleim zu bilden.

***) Ich habe wohl nicht nöthig von dem Wasser zu sprechen, das die Pflanzen aus der Atmosphäre nehmen.

der von den Blättern absorbirten und in deren Zellgewebe zersetzten Kohlensäure herrührt. Durch diese Operation verwandelt sich der Saft in eine klebrige, wesentlich den Gummiarten ähnliche Flüssigkeit, die unfähig ist, von den umgebenden Poren absorbirt zu werden, und daher zwischen dem Holz und der Rinde bleibt, wo sie gebildet wurde. Sie bekommt alsdann den Namen *Cambium* *). Diefs ist der erste Grad der Organisation; es ist die einfachste der organisirten Materien; es ist der nur aus den Elementen des Wassers und aus Kohlenstoff gebildete Schleim. Diese klebrige Flüssigkeit, welche, wie gesagt, unter der Rinde circulirt und zu deren Unterhalt bestimmt ist, häuft sich bisweilen zu sehr an, und dann fliefst sie aus. Ein Theil ihres Wassers verdampft, und erhält nun den Namen *Gummi*. Sobald der Lebenskreis nicht unterbrochen ist, durchläuft er die jungen Zweige und die Fruchtstiele, gelangt zum Ovarium und bildet das Pericarpium. Auf diesem Laufe wird er zum Theil modificirt, er eignet sich den Sauerstoff des zu seiner Zusammensetzung gehörigen Wassers an **). Dieser Stoff giebt durch sein Vorwalten Anlafs zur Bildung von Apfel-

*) Hr. Mirbel sagt: »das Cambium ist ein farbloser Schleim, ohne Geruch, und von süfsem Geschmack, ungefähr wie Gummi; er fliefst nicht in besonderen Gefäfsen; er schwitzt zwischen Membranen aus. Er zeigt sich überall, wo neue Entwicklungen geschehen; und so wie man gesagt hat, das Blut sey das flüssige Fleisch (die Analogie wäre wohl vollständiger, wenn man das Cambium mit der Lymphe vergliche; denn ein zu grofser Ueberflufs beider Flüssigkeiten erzeugt bei Pflanzen und Thieren ähnliche Krankheitsfälle), eben so gut könnte man sagen, das Cambium sey das flüssige Pflanzengewebe; denn Alles läfst glauben, dafs dieser Schleim schon die Grundlinien einer neuen Organisation enthalte.« — Er fügt hinzu, dafs das *Gummi* vielleicht nichts anderes als *ausgeflossenes Cambium* sey.

**) Es geht aus den Versuchen von Ingenhousz hervor, dafs die Pflanzen mehr Wasser absorbiren, als sie aushauchen. Es ist also wahrscheinlich, dafs ein Theil zersetzt werde, und dafs dessen Bestandtheile zu neuen Verbindungen Anlafs geben.

säure, Spiersäure, Citron- und Weinsäure, je nach seiner Menge; denn, wie ich schon zu bemerken Gelegenheit fand, die schwachen Säuren sind gewissermaßsen die Vorbilder der andern. Wahrscheinlich wird man mit Hülfe des Versuchs späterhin dahin gelangen, die Processe der Natur nachzuahmen, und zu sehen, dafs die verschiedenen Säuren, welche sich in einer und derselben Frucht finden, nur Abänderungen der nämlichen Stoffe sind, abhängig von dem mehr oder weniger vollkommenen Zustand der Reife, und von den verschiedenen Abänderungen, welche die Frucht von dem Momente ihrer Entwicklung an bis zur Zeit ihres Abfallens vom Zweige erleidet.

In Folge der Entwicklung der Frucht wird die Haut um sie her dünner und durchsichtig, so dafs Licht und Wärme einen merklicheren Einflufs ausüben können. Erst in dieser zweiten Periode fängt das Reifen an, die einmal gebildeten Säuren reagiren auf das Cambium, welches zur Frucht fliefst, und verwandeln dasselbe, unterstützt von der Temperatur, in eine zuckrige Materie. Soviel ist gewifs, dafs sie von Seiten der Gallerte eine Art Sättigung erleiden, und dafs sie, in dem Maafse das Reifen vorschreitet, gröfstentheils verschwinden.

Um dieser Behauptung mehr Glauben zu verschaffen, will ich einen sehr sonderbaren Umstand anführen, der sich in meinen Versuchen dargeboten hat. Die Pulpe reifer Aprikosen verlor auf Zusatz einer sehr verdünnten Lösung von ätzendem Natron ihren süfsen Geschmack, und zwar, als die Sättigung mit vieler Sorgfalt ganz zu Stande gebracht war, bis zu dem Grade, dafs der Geschmack fade wurde oder ganz verschwand, wie säuerlich oder süfs derselbe zuvor auch war. Ich mufs indefs hinzufügen, dafs die so gesättigte Pulpe nach hinlänglicher Eindampfung mir mittelst Alkohol einen Syrup von ziemlich frischem Geschmack gab; allein, wenn man blos nach dem Geschmack urtheilt, scheint der Zucker nach

der Sättigung gänzlich verschwunden zu seyn. Es ist vielleicht hier der Ort zu sagen, dafs Rigby den Zukker als eine versteckte Säure betrachtet.

Es ist eine recht beständige Erscheinung, die ich oft zu bewahrheiten Gelegenheit hatte, dafs die Dichte des Safts zugleich mit der Menge des zuckrigen Stoffs zunimmt. Daraus folgt, dafs das Cambium, welches, wie gesagt, in die Frucht tritt, nur indirect zu dieser Erhöhung der Dichte beiträgt. Das Wasser und die Gallerte, aus denen das Cambium besteht, trennen sich in Folge der Temperaturwirkung; das erstere wird in Form von Transpirationswasser ausgehaucht, und die letztere wird durch die Wirkung der Säuren in zuckrige Materie umgewandelt.

Wie bekannt mufs man gewisse Früchte, um Gallerte aus ihnen zu bekommen, nicht zu reif nehmen, weil alsdann die Gallerte in Zucker verwandelt ist. Eine andere hieher gehörige Beobachtung ist, dafs z. B. die Confituren aus Johannisbeeren nur dann eine recht stehende Gallerte bilden, wenn man sie nur kurze Zeit unter dem Feuer läfst. Bleiben sie lange über demselben, so setzt man das Reifen fort; die Säure, durch die Entziehung einer Portion Wasser kräftiger geworden, und überdiefs durch die Temperatur begünstigt, reagirt auf die Gallerte, und macht sie noch süfser und weniger gallertartig.

Jetzt, nachdem ich gezeigt habe, wie ich mir die Erscheinungen des Reifens der Früchte denke, will ich suchen meine Theorie durch Darlegung einer Reihe, wie mir scheint, synthetischer Versuche zu bestätigen. Sie zeigen, dafs die Natur ein sicherer Führer ist, und dafs wir, obgleich wir sie durch unsere Mittel nur entfernt nachahmen können, doch zuweilen ihre Geheimnisse durch Induction entdecken können.

Aufmerksam geworden auf die Analogie, welche zwischen der Umwandlung des Satzmehls durch Säuren und den Erscheinungen des Reifens vorhanden ist, habe ich

gesucht sie dadurch noch vollständiger zu machen, dafs ich diesen Procefs der Natur bei meinen Untersuchungen so viel wie möglich nachahmte. Ich habe, bei der Umwandlung des Satzmehls in Zucker, die Schwefelsäure durch Pflanzensäuren, und die Gallerte durch stärkmehlhaltige Substanzen ersetzt, habe auch die Temperatur dabei abgeändert, und bin dadurch fast zu einerlei Resultaten gelangt. (Begreiflicherweise sehe ich dabei vom Aroma ab.) Da die Erscheinungen bei beiden Operationen dieselben sind, so hoffe ich zu erweisen, dafs auch die Bedingungen gleich seyen. In der That ist bei der einen, dem Reifen, die Gegenwart einer oder mehrerer Säuren, einer gallertartigen Substanz, und einer, wenn auch nicht sehr hohen, doch sehr lange anhaltenden Temperatur durchaus nothwendig. Zu der andern Operation, der Umwandlung des Satzmehls in eine zuckrige Substanz, bedarf es gleichfalls der Gegenwart einer Säure (die eine Pflanzensäure seyn kann), des Satzmehls oder Amylums *), und einer Temperatur, die entweder hoch und von augenblicklicher Dauer, oder schwach und lange anhaltend seyn kann. Die letztere Bedingung ist auch hier unumgänglich; denn bei meinen vielen Versuchen habe ich Gelegenheit gehabt mich zu überzeugen, dafs die Umwandlung in zuckrige Substanz desto vollständiger wurde, je höher die Temperatur war. Wenn ich sonach die Wirkung der Wärme vor der Zeit unterbrach, war die Verwandlung des Satzmehls in zuckrige Substanz unvollständig, und ich bekam nur eine Gallerte, welche alle physischen Eigenschaften des Gummi's besafs. In den beiden Operationen geht der Bildung des Zuckers immer die des Gummi's voran.

Um diese Analogie deutlicher zu machen, will ich einen meiner Versuche anführen.

Nachdem ich, wie gesagt, mich versichert hatte, dafs

*) Durch Abänderung der Temperatur habe ich diese Substanz in Gallerte umgewandelt.

man die Mineralsäuren durch Pflanzensäuren ersetzen, und durch diese das Satzmehl mit gleichem Erfolge in zuckrige Substanz verwandeln könne, rührte ich 500 Grm. Kartoffelstärke in 2000 Grm. Wasser ein, dann löste ich 64 Grm. Weinsäure in 500 Grm. Wasser, und brachte das Ganze in einen Papinianischen Topf. Die Stärkmehl-Milch wurde nach und nach in das angesäuerte Wasser geschüttet, welches, obwohl es sich nach jedem Zusatz verdickte, doch bald seine Dünnflüssigkeit wieder annahm. Der Papinianische Topf wurde verschlossen und zwei Stunden lang einer Temperatur von 125° C. ausgesetzt. Nach dem Erkalten wurde die Flüssigkeit, die dann 12° im Aräometer zeigte, in zwei gleiche Theile getheilt. Der eine, sogleich mit kohlensaurem Kalk gesättigt, filtrirt und abgedampft, lieferte ein Product, welches alle physischen Eigenschaften des Gummi's besafs. Der andere Theil der Lösung wurde wieder in den Topf gebracht, und noch zwei Stunden lang einer Temperatur von 130° ausgesetzt; dann vom Feuer genommen, filtrirt und abgedampft, zeigte er nicht mehr die Eigenschaften einer Gummi-Lösung, sondern die eines Stärkmehl-Syrups. Auf einen Ofen gestellt, gestand er bald zu einer krystallinischen Masse von dem zuckrigen, frischen Geschmack, wodurch sich der Stärkmehl- und Trauben-Syrup auszeichnet.

Ich könnte noch viele ähnliche Versuche anführen; allein sie gehören zu andern Untersuchungen, welche die Ermittlung des Einflusses der Säuren auf die stärkmehlhaltigen Substanzen zum Zwecke haben.

Nach diesen Thatsachen, glaube ich hinlänglich erwiesen zu haben, dafs es möglich sey, Stärkmehl erst in Gallerte, und dann in zuckrige Substanz zu verwandeln, und dafs zwischen diesem Processe und dem Reifen der Früchte eine Analogie vorhanden sey.

Diese Hypothese wird noch durch den Umstand unterstützt, dafs man nicht selten auf der Oberfläche ge- Früchte, z. B. der Pflaumen, Gummitropfen fin-

det *). Sehr begreiflich ist, dafs, wenn die Frucht vor ihrer Reife durch irgend einen fremden Körper verletzt wurde, ein Theil des Cambiums, das sie enthielt, ausfliefsen mufs, und folglich der Wirkung der Säuren entzogen, von diesen nicht mehr in zuckrige Substanz verwandelt werden kann. Um mich von dieser Thatsache zu überzeugen, nahm ich Baumgummi (*gomme de pays*, ausgeflossenes Cambium nach Mirbel), da ich mir keine hinlängliche Menge von den Gummithränen verschaffen konnte. Ich behandelte es, wie früher das Satzmehl, in einem Papiniaschen Topf mit einer Pflanzensäure (Oxalsäure), und hatte die Genugthuung, dasselbe mit der gröfsten Leichtigkeit in zuckrige Materie umgewandelt zu sehen.

Man weifs auch, dafs man den Zucker, wenn man ihm durch Phosphorkalk einen Theil seines Sauerstoffs entzieht, in einen dem Gummi sehr ähnlichen Zustand versetzen kann.

Zucker und Gummi, welche nach den Analysen der HH. Thénard und Gay-Lussac in ihrer Zusammensetzung nicht verschieden sind, scheinen demnach, wie man sieht, durch Veränderung der Bestandtheile analoge Eigenschaften zu erlangen. Das Gummi, welches ich erhalten habe und das keine Beimengung enthält, geht leich-

*) Zu bemerken ist, dafs dieses Gummi auf einer Narbe sitzt, die durch eine Holzfaser sich auf eine veränderliche Tiefe bis in's Innere der Frucht verlängert. Der Einsatzpunkt dieser Faser, welche auf eine frühere Verletzung des Sarcocarps deutet, könnte vielleicht die Zeit dieser Verletzung angeben, und folglich auch die Zeit, wo das Gummi auszufliefsen begann.

Neuerlich habe ich die Bildung dieser Gummitropfen hervorgelöckt, indem ich noch unreife Pflaumen mit einer Nadel ritzte. Ich hatte die Genugthuung zu sehen, wie ich im Voraus erwartete, dafs jede kleine Wunde mit einer Gummithräne überzogen wurde. War dagegen die Frucht der Reife schon zu nahe, so zersetzte sich bald der verletzte Theil, und sie ging desto schneller an, je näher sie der Reife war.

ter als irgend ein anderer Stoff in diese beiden Zustände über.

Es möchte wohl hier der Ort seyn, an Hrn. Mirbel's Meinung zu erinnern. »Es wäre möglich, sagt dieser gelehrte Botaniker, daſs die Gummiarten, so wie wir sie kennen, nicht reine Bestandtheile wären, denn sie besitzen keine recht scharfen physischen Eigenschaften, und wenn sie nicht das generische Kennzeichen, sich in Schleimsäure umzuändern, besäſsen, so würde ihre Existenz als unmittelbare Bestandtheile sehr zweifelhaft seyn.«

Hr. Robiquet, dessen Rath mir bei meinen wenigen Arbeiten so schätzbar war, hat Gelegenheit gehabt, das neue Product zu prüfen, und glaubt, daſs es für das Normalgummi (*gomme normale*) gehalten werden könne. Die Eigenschaft dieser neuen Substanz, bei Behandlung mit Salpetersäure nur Oxalsäure zu geben, hat ihn zu der Annahme geführt, daſs die obigen Gummiarten, besonders das Mimosengummi, wohl aus diesem Normalgummi und einer andern Substanz zusammengesetzt sey, und daſs aus der letzteren die Schleimsäure entstehe. Meine Arbeit wird nicht fruchtlos seyn, wenn sie, wie ich hoffe, diesem gelehrten Chemiker Gelegenheit giebt, diese wichtige Aufgabe zu lösen.

Da ich immer die Natur zum Führer nehmen wollte, und wünschte gewissermaſsen ihre Mittel anzuwenden, so stellte ich eine Reihe von Versuchen an, von denen ich nur das Folgende beibringen will, um die Gränzen, die ich mir gesteckt, nicht zu überschreiten. Um die Analogie möglichst weit zu treiben und mich von der Identität der Resultate zu überzeugen, nahm ich 4 Unzen reine Reinette-Aepfel-Gallerte, d. h. solche, die durch Waschen mit Alkohol von der beigemengten zuckrigen Substanz und der Aepfelsäure befreit worden war. Sie wurde in 250 Grm. Wasser gelöst, dem 8 Grm. Oxalsäure zugesetzt worden waren. Ueber Feuer gebracht und etwa 20 Minuten lang erwärmt, hatte diese Gallerte

sich grösstentheils gelöst und in eine zuckrige Substanz verwandelt. Die gesättigte und filtrirte Lösung hatte einen süfsen, frischen Geschmack; nach gehöriger Verdünnung ging sie bald in Gährung über. Aepfelsäure anzuwenden, unterliefs ich nur wegen der Schwierigkeit, sie hinlänglich rein zu erhalten; allein ich zweifle nicht, dafs sie ähnlich wirke, denn ich habe mich versichert, dafs alle Pflanzensäuren gleiche Wirkung auf das Satzmehl und die Gallerte haben, nur eine desto gröfsere, je kräftiger sie wird. Der folgende Versuch bestätigt diesen Ausspruch.

Ich nahm Saft von noch unreifen Trauben, in welchem also die Säure vorwaltete und der süfse Geschmack gänzlich fehlte. Er zeigte 5° am Aräometer und röthete Lackmuspapier stark; ich setzte ihm eine gewisse Menge von dem umgeänderten Stärkmehl oder dem *Normalgummi* zu. Durch hinlänglich langes Erhitzen gelang es mir, so viel zuckrige Materie in ihm zu entwickeln, dafs er den Geschmack des süfsen Weins erhielt und in Gährung überging.

Bei einem andern Versuch, wo ich die Absicht hatte, die durch den Vegetationsact erzeugte Säure zu ersetzen, sättigte ich den Saft unreifer Trauben mit Kreide, filtrirte ihn und löste Weinsäure darin auf. Nach hinlänglich langem Sieden, wobei ich das verdampfende Wasser durch neues ersetzte, theilte ich den Saft in zwei Theile. Den einen liefs ich gähren, wobei er die gewöhnlichen Resultate gab; den andern sättigte, filtrirte und verdampfte ich, dieser letztere gab einen Syrup, welcher, nach Entfärbung durch Kohle und nach Klärung mit Eiweifs, sich wie eine Lösung von Rohrzucker verhielt. Beim Erkalten gestand er bald zu einer Masse, die alle Kennzeichen des gewöhnlichen Traubenzuckers besafs.

Die letzten Versuche lassen mich glauben, dafs es nicht unmöglich sey, einige Verbesserungen in der Weinbereitung anzubringen, wenn man, wie im vorigen Jahre

an einigen Orten, wegen ungünstiger Witterung, die Trauben am Stock lassen mufs, oder wenn man, wie oft an andern, gezwungen ist, den Wein durch Zusatz fremder Stoffe zu verändern, um ihn trinkbar zu machen.

Diese Annahme erlangt einige Wahrscheinlichkeit, wenn man erwägt, dafs, bei der Bereitung der gesottenen Weine, die Verdampfung die Wirkung der Säuren auf die Gallerte und deren Umwandlung in zuckrige Substanz befördert. Das Kochen hat hier gewissermafsen den Zweck, das Reifen zu verlängern. Ich habe mich überzeugt, dafs die Menge der zuckrigen Substanz, welche entwickelt wird, nach der Verdampfung gröfser ist, als vor derselben, auch wenn man Rücksicht nimmt auf die Menge des verdampften Wassers. Ich habe schon Gelegenheit gehabt, an eine analoge Betrachtung zu erinnern, die Vauquelin bei Bereitung der Confituren von Johannisbeeren gemacht.

Neuerlich habe ich Versuche angestellt, welche man, wie ich hoffe, als entscheidend ansehen wird. Ueberzeugt, dafs das Reifen der Früchte, wie ich es glaube bewiesen zu haben, durch Wirkung der Säuren auf die Gallerte geschieht, habe ich, um die Analogie so weit wie möglich fortzusetzen, und um mich zu versichern, ob die Resultate einige Verschiedenheit darbieten würden, eine Lösung von Gallert-Zucker bereitet, indem ich auf angeführte Weise Satzmehl mit Weinsäure behandelte. Diese Lösung wurde zu gleichen Gewichtstheilen mit zerquetschten Weintrauben vermengt. Das Gemenge, welches 10° am Aräometer zeigte, wurde sich selbst überlassen, wo es dann bald in Gährung überging. Die gegohrene Flüssigkeit zeigte, als sie zwei Tage hernach abgegossen wurde, nur 4°, und besafs alle Kennzeichen eines guten ordinären Weins.

Der Versuch wurde auf die Art wiederholt, dafs der süfse Wein von 50 Kilogrm. Trauben, ohne sie jedoch auszudrücken, durch eine gleiche Menge der Lösung vom

Gallert-Zucker ersetzt wurde. Die Gährung trat hier fast augenblicklich ein. Das Resultat war wenig von dem vorhergehenden verschieden.

Endlich nahm ich ausgedrückte Treater, und schüttete auf dieselben eine gewisse Menge der Lösung von Gallert-Zucker; nachdem die Mischung einige Tage gegohren hatte, entstand daraus ein weit besseres Getränk als der gewöhnliche Lauer ist. Man sieht, daſs durch einen solchen Zusatz die Menge des Weinsteins, die unglücklicherweise in dem Wein aus der Umgegend von Paris zu groſs ist, vermindert, und folglich der Geschmack dieser Weine verbessert werden kann.

Die Lösung des Gallert-Zuckers, von der oben die Rede war, und welche, selbst in ihrer Bereitungsart, dem ähnlichen Safte nahe kommt, welcher unter dem Namen des *süſsen Weins* bekannt ist, kann auf eine weit einfachere und weniger kostspielige Art erhalten werden, wenn man Schwefelsäure statt der Weinsäure nimmt. Man nahm zu dem Ende 3 Kilogrm. Satzmehl, schüttete vorsichtig 1 Kilogramm concentrirter Schwefelsäure von 66° B. darauf, und rührte das Gemenge zur Vermeidung der Verkohlung um. Es entstand daraus ein grauer, durchsichtiger Teig, der, mit 7,5 Kilogrm. heiſsen Wassers verdünnt, in ein Wasserbad gestellt, und einer Wärme von 60° ausgesetzt wurde, um die Reaction und die Entwicklung der zuckrigen Substanz noch zu begünstigen. Nach Sättigung und Filtration gab dieſs Gemenge eine fast farblose Lösung von Gallert-Zucker, die 10° am Aräometer zeigte.

Wenn spätere Versuche im Groſsen genügende Resultate geben, so wird es sehr leicht, diese Lösung durch bloſse Temperaturveränderungen zu modificiren, und sie, je wie es die Natur des Weins erfordert, mehr oder weniger gallerthaltig zu machen. So z. B. würde man sie für die südlichen Weine, in welchen die zuckrige Materie überreichlich vorhanden ist, mehr gallerthaltig machen,

für die Weine der Umgegend von Paris aber zuckerhaltiger. In einigen südlichen Gegenden, im Archipel, hält der Most gar so viel Zucker, daſs man gezwungen ist, ihn vor der Gährung mit Wasser zu versetzen, um den Wein trinkbar zu machen. Hier würde die Lösung des Gallert-Zuckers gewiſs sehr vortheilhaft seyn.

Ich gebe hier noch eine Beobachtung, die nicht unwichtig ist, weil sie, irre ich nicht, die Aufgabe löst und alles Vorhergehende bestätigt; ich spreche von dem Absatz, welcher sich im unfiltrirten Traubensaft bildet, und welchen man für eine Art Hefen gehalten hat. Bei meinen Versuchen über den Saft des Obstes, und besonders den der Weintrauben und Johannisbeeren, habe ich bemerkt, daſs diese unlösliche Substanz sich in dem Saft in geringerer Menge befand, wenn diese Früchte reif waren, als wenn man sie früher abgepflückt hatte, und ich schloſs daraus, daſs sie eine wichtige Rolle spiele. Ich suchte demnach ihre Natur zu erforschen, nachdem ich sie durch mehrmaliges Waschen mit destillirtem Wasser von den fremden Substanzen befreit hatte. Ich behandelte sie mit Jod, und überzeugte mich dabei, daſs sie, wenn sie auch nicht reines Satzmehl war, doch nur eine gewisse Abänderung dieser Substanz darstellte, da sie noch mit jenem Reagenz eine blaue Farbe gab. Das Jod zeigte mir auch ihre Gegenwart in dem Absatz an, welcher sich in dem filtrirten und sich selbst überlassenen Traubensaft bildet. Endlich fand ich sie durch dasselbe Reagenz auch in der von den fremden Substanzen getrennten Hefe. Der letztere Umstand kann vielleicht dazu dienen, die Bildung des in der Haut der blauen Weintrauben befindlichen Farbestoffs zu erklären.

Das Satzmehl ist also den Erscheinungen des Reifens nicht so fremd, wie man etwa glauben könnte; es scheint sogar der Lebenskraft und der Gährung zu widerstehen; ich habe es nicht nur in der Weinhefe, sondern auch in der Bierhefe entdeckt.

Ich kann nicht schliefsen, ohne noch meine, bereits ausgesprochene, Meinung von dem Angehen auszusprechen. Diese Zersetzung ist nichts anderes als eine Gährung in allen ihren Perioden. Man bemerkt bei dieser natürlichen Analyse: Entwicklung von Kohlensäure, Bildung von Alkohol und Wasser, und Gewichtsverlust in Folge der entwichenen Kohlensäure und der Verdampfung eines Theils des schon vorhandenen und des neugebildeten Wassers.

Es scheint, als wenn nichts die Frucht in dieser innern Bewegung hindern könne, denn alle Mittel, welche bisher zu diesem Zweck angewandt wurden, haben nur wenig befriedigende Resultate gegeben. Ich glaube indefs, wenn es gelänge, die Früchte dem Einflufs der Temperatur zu entziehen, man glückliche Resultate hinsichtlich ihrer Aufbewahrung erhalten würde, gleich wie bei thierischen Substanzen. Was mich zu diesem Glauben führt, ist: dafs die Zersetzung durch dieselben Umstände hervorgerufen wird, dafs sie denselben Gang nimmt, und dafs sie, in beiden Fällen, mit einer Transmutation der Elemente endet, welche, aufserhalb ihrer Attractionssphäre gebracht, zur Bildung von Wasser und Gas Veranlassung geben, so wie zur Absetzung einer gewissen Menge Kohlenstoff, welcher bekanntlich in den pflänzlichen und thierischen Fasern vorwaltet.

Wiederholung.

Die Beobachtungen, welche ich aus einander gesetzt habe, führen zu nachstehenden Folgerungen:

Das Reifen der Früchte mit fleischigem Pericarp geschieht durch die Reaction der zu deren Zusammensetzung gehörenden Stoffe. Zu vermuthen ist, dafs der Saft auf seinem Durchgange durch die jungen Zweige nach dem Ovarium sich säure, in Folge der Zersetzung von Wasser und der Bindung von Sauerstoff. Dadurch, und begünstigt durch die Wirkung der Wärme, werden Säuren

gebildet; sie wirken auf die Gallerte und wandeln sie in zuckrige Materie um *).

In der Existenz der Frucht mufs man zwei Epochen unterscheiden. Die erste umfafst ihre Entwicklung und die Bildung der in ihre Zusammensetzung eingehenden Stoffe. In dieser ersten Periode findet ein directer und nothwendiger Einflufs der Pflanze auf die Frucht statt. Die Wirkung dieser auf die atmosphärische Luft, wie es Hr. de Saussure sehr richtig bemerkt, ist dieselbe, welche die Blätter ausüben; und ihre Zusammensetzung hat überdiefs mit diesen grofse Analogie Die zweite umfafst das eigentliche Reifen; diefs geschieht durch die Reaction der Bestandtheile uaf einander, eine Reaction, die durch die Wärme befördert wird. In dieser Periode sind die Erscheinungen durchaus unabhängig von der Vegetation. Die Frucht erleidet, in Folge ihrer Zusammensetzung von Seiten der Wärme und der Luft (letztere nur als Medium betrachtet), eine Wirkung, vermöge welcher sie die verschiedenen Grade des Reifens durchläuft. Diese Wirkung ist rein chemisch, was daraus hervorgeht, dafs die meisten Früchte auch getrennt vom Baume reifen.

Ungeachtet der vielen Versuche, welche ich mit noch am Stamme sitzenden Früchten angestellt habe, mufs ich jedoch bekennen, dafs dieser Theil der Aufgabe, wegen Schwierigkeit der Ausführung, noch einige zweifelhafte Punkte darbietet. Denn trotz aller meiner Sorgfalt in der Zusammensetzung des Apparats, trotz aller Vorsichtsmafsregeln, die Früchte, und besonders ihre Stiele, nicht zu verletzen, bleibe ich doch überzeugt, dafs diese Gattung von Versuchen nicht ausführbar ist, ohne die Frucht in andere als die natürlichen und folglich für ihre Entwicklung wenig günstigen Zustände zu versetzen. Sie ha-

*) Der Zucker wird gewöhnlich als eine Substanz betrachtet, die zwischen der Gallerte und den Pflanzensäuren steht, indem er *mehr* Sauerstoff als jene, und weniger als die Säuren enthält.

haben mir jedoch zu bemerken erlaubt, dafs die am Stamme sitzenden Früchte, eben so wie die von ihm getrennten, auf Kosten ihrer selbst eine grofse Menge Kohlensäure entwickeln. Ich habe überdiefs bemerkt, dafs die Gegenwart des Sauerstoffs der Luft nicht unumgänglich nothwendig zu dem Reifen ist, dafs die zuckrige Substanz sich ohne dessen Zuthun bilden kann. Der erwähnte Versuch mit einer Pfirsich, die sich entwickelte, ohne dafs eine Gemeinschaft zwischen ihr und der äufseren Luft bestand, liefert davon den Beweis. Man weifs überdiefs, dafs der zuckrige Stoff nicht die Gegenwart der Luft zu seiner Bildung nöthig hat, denn man findet ihn in verschiedenen Pflanzentheilen, die dem Einflufs der Luft scheinen nicht direct unterworfen zu seyn; so findet man ihn in verschiedenen Wurzeln, z. B. in der Runkelrübe, in der Möhre, in der Steckrübe; ferner in Zwiebeln, z. B. in mehreren Arten der gemeinen Zwiebel; in Stengeln, z. B. in denen des Zuckerrohrs, des Zuckerahorns.

Ich habe sowohl Hrn. Bérard's als auch meine Versuche zur Aufbewahrung der Früchte angeführt, und man hat daraus gesehen, wie wenig Erfolg sie hatten. Die Natur scheint sich darin zu gefallen, alle auf dieses Ziel gerichtete Anstrengungen zu vereiteln, denn sie hat, so zu sagen, die Mittel zur Zersetzung gehäuft. Denn die Zartheit des Gewebes, ihre Masse, die grofse Menge des Wassergehalts, der Einflufs der Temperatur und vielleicht auch der Elektricität, alle diese Umstände streben bei der Frucht dahin, eine Gährungsbewegung zu erregen, welche die Wirkung der Luft begünstigt, und welche sich mit dem Morschwerden und einer vollständigen Zerstörung des Pericarps endigt.

Ich habe auf die Analogie hingewiesen, welche das Reifen der Früchte mit der Umwandlung des Satzmehls in Zucker darbietet. Ich habe diese vervollständigt durch Versuche über das Satzmehl, die zur Entdeckung eines eigenthümlichen Zustandes dieser Substanz führten, worin

sie alsdann grofse Aehnlichkeiten mit der Gallerte und mit dem Gummi haben. Aus der Möglichkeit, das Satzmehl in Gallerte und diese in zuckrige Substanz zu verwandeln, habe ich geschlossen, es sey nicht unwahrscheinlich, dafs dieselben Erscheinungen in dem Acte des Reifens stattfinden, vor Allem, wenn man bedenkt, dafs, unabhängig von der Analogie der Bestandtheile, die Temperatur in beiden Operationen eine sehr wichtige Rolle spielt. Diese Betrachtungsweise der Aufgabe beruht, soviel ich sehen kann, auf Versuchen, und ich bin auch so glücklich gewesen, sie mit der Meinung mehrerer der mit Recht berühmten Physiologen in Einklang zu bringen.

VII. *Beobachtungen über das Nordlicht vom 7. Januar* 1831.

Unter allen Nordlichtern, die seit dem 22. Octob. 1804 im mittleren Europa sichtbar waren, ist unstreitig das vom 7. Januar dieses Jahres das gröfste und prachtvollste gewesen. Ueberall fast hat ein heiterer Himmel die Betrachtung des schönen Schauspiels begünstigt, und daher haben wir auch seit langer Zeit nicht so viele Nachrichten über ein Nordlicht erhalten, wie gerade über das in Rede stehende. Freilich beschränken sich die meisten dieser Bekanntmachungen auf blofse naturhistorische Beschreibungen des Phänomens, die über das innere Wesen desselben so gut wie keinen Aufschlufs geben. Man war im Allgemeinen zu unvorbereitet auf die bei uns so seltene Erscheinung, um mehr beobachten zu können, als was dem blofsen Auge sich darbot, und nur Wenige hatten Gelegenheit aufserdem Beobachtungen an der Magnetnadel oder Höhenmessungen anzustellen. Indefs, wer könnte es läugnen, viel mehr würde sich für jetzt auch bei gröfserer Mufse und Vorbereitung nicht haben beobachten

lassen. Unsere Beobachtungsmittel sind nicht nur höchst beschränkt, sondern auch unsere Kenntnisse von dem räthselhaften Meteore noch so unvollkommen, dafs wir selbst nicht einmal anzugeben vermögen, auf welche Weise mit jenen etwas Neues zu entdecken sey. So lange nicht dazu ein glücklicher Zufall den Weg zeigt, oder es uns gelingt, das Nordlicht gleich dem Regenbogen in das Gebiet des Experiments zu ziehen, so lange verdienen auch sicher die vorhandenen Angaben, ungeachtet aller ihrer Mängel, mit Dank aufgenommen und gesammelt zu werden. Aus diesen Gründen auch glaube ich keine ganz überflüssige Arbeit zu unternehmen, wenn ich hier die über jenes Nordlicht bekannt gewordenen Nachrichten zusammenstelle, zumal ich diesen durch die Güte mehrerer mir befreundeter Physiker einige sehr schätzbare Beobachtungen hinzufügen kann, die noch nicht zur Oeffentlichkeit gebracht sind.

Was zunächst die Sichtbarkeit des Meteors betrifft, so scheint dieselbe sich über das ganze nördliche und mittlere Europa erstreckt zu haben, namentlich über England, Norwegen, Schweden, Rufsland, Preufsen, Polen, Dänemark, ganz Deutschland, die Schweiz, die Niederlande und Frankreich. In Petersburg wurde es, wegen bedeckten Himmels, nicht gesehen, dagegen aber im Gouvernement Wologda, ja sogar in Orenburg, ferner in Dorpat, Riga, Königsberg, Warschau, Breslau, Krakau, Wien, Triest, München, Genf, Brüssel, Utrecht, Paris, Versailles, Gosport, Bedford, Woolwich, Christiania, Christiansand, Stockholm und Upsala, so wie an unzählig vielen Punkten innerhalb dieses grofsen Kreises. Im südlichen Norwegen, namentlich in Christiansand, so wie in Holland und England, hat es offenbar die gröfste Ausbildung erreicht, weniger vollkommen, doch immer noch höchst ausgezeichnet, war es im nördlichen Deutschland und Frankreich, und nur sehr tief nach Süden hin erschien es als ein bloser Schein am Himmel, so dafs man wie

und da eine ferne Feuersbrunst zu sehen glaubte. In den schweizerischen Ortschaften, südlich von Bern z. B., wurden die Einwohner sehr in Alarm gebracht, weil man glaubte, die Landleute hätten die Stadt in Brand gesteckt. In Krakau dagegen sah das Volk in diesem prächtigen Nordlicht ein Wahrzeichen großen Unglücks. Es stürzte schaarenweise nach dem Floriansthore, und flehte schluchzend vor dem Bilde der heiligen Jungfrau um Rettung Polens aus der gegenwärtigen Bedrängniſs.

Fast überall, wo man frühzeitig genug auf das Meteor aufmerksam wurde, nahm man es gegen 6 Uhr, an einigen Orten noch früher gewahr, und die letzten Spuren desselben verschwanden erst gegen Mitternacht, in England sogar erst nach 1 Uhr Morgens.

Die Beobachtungen über die Erscheinungsweise und den Verlauf des Meteors sind so zahlreich und zum Theil wegen der verhältniſsmäſsig unbeträchtlichen Entfernung der Beobachtungspunkte einander so ähnlich, daſs es eben so ermüdend als nutzlos seyn würde, sie alle mitzutheilen. Daher mögen hier auch nur diejenigen Nachrichten Erwähnung finden, die sich entweder durch irgend einen besonderen Umstand in der Beobachtung oder durch die Lage des Beobachtungsortes vor den übrigen auszeichnen. Aus letzterem Grunde haben die Berichte aus Ruſsland, als der östlichsten Region der Sichtbarkeit des Meteors, einen besonderen Werth, und es mögen deshalb zwei derselben den Anfang machen, deren Mittheilung ich der Güte des Hrn. Prof. Kupffer in Petersburg verdanke.

In dem einen derselben, aus *Gräsowetz* im Gouvernement *Wologda*, heiſst es: Am 26. December (7. Jan. neuen Styls) Abends 11 Uhr ward hier ein Nordlicht gesehen. Die Nacht war heiter. Von NW. nach O. erschien am Himmel eine Reihe Säulen oder Streifen von verschiedenen Farben und ungleicher Ausdehnung. Gegen Westen waren diese Streifen dunkelblau, dann wurden sie hellgelb; im Osten selbst war der letzte und

gröfste Streifen so roth, dafs sein Wiederschein auch den Schnee röthete. Die Farbe, der Umfang und das Ansehen der Streifen waren einer beständigen Veränderung und einem wunderbaren Spiele des Lichtglanzes unterworfen, dafs mit künstlichen Feuern darzustellen unmöglich ist. Zuerst erschien eine Reihe pfeilförmiger Säulen, die eine Art Kuppel bildeten, während an den Seiten das verschwindende Licht einem schnellen Lauffeuer ähnlich war, das von einer Säule zur andern überging. Der rothe Streif veränderte seinen Ort von Ost nach West. Gegen 12 Uhr verdeckten Wolken das Nordlicht, das sich nun in ein schäumendes Meer zu verwandeln schien.

In *Orenburg* sah man desselben Tags um Mitternacht bei völlig heiterem Himmel an einem Theil desselben von O. nach W. einen anfangs unbeweglichen Flammenschein, aus dem aber nach einiger Zeit weifse Lichtstreifen hervorschossen, die unaufhörlich in Bewegung waren. Nach einer halben Stunde theilte sich der helle Schein in zwei Hälften. Die nördliche, welche die gröfsere war, sandte fortwährend zahlreiche Lichtsäulen aus; die westliche kleinere aber bei weitem weniger, und bald verschwanden diese gänzlich.

Wenn man die in Deutschland gemachten Beobachtungen mit einander vergleicht, so findet man sie darin übereinkommend, dafs sie als das Bleibende in der so sehr wechselnden Erscheinung einen gelblichweifsen Lichtbogen angeben, der am nördlichen Horizont ein dunkles Segment einschlofs, nach innen zu ziemlich gut begränzt war, nach aufsen aber sich gegen den sternhellen Himmel in's Unbestimmte verlief. Die Höhe dieses dunkeln Segments wurde in Berlin und Stettin auf 6 bis 8 Grad geschätzt, und die Höhe des äufseren Lichtrandes in Berlin auf 18° bis 20°, in Gotha (von Hrn. v. Hoff) auf 25°, und in Wien (auf der Sternwarte) auf 30°. Die Verschiedenheit dieser Angaben mag ihren Grund zum Theil wohl in dem Mangel an genauer Messung und in

der unbestimmten Begränzung des Lichtbogens haben, zum Theil auch wohl darin, dafs die Höhe desselben, wie aus mehreren weiterhin mitgetheilten Beschreibungen hervorgeht, wirklich nicht ganz gleich blieb im Verlaufe der Erscheinung. Fast an allen Orten sah man den Scheitelpunkt des Bogens nicht genau im Norden, sondern westlich davon liegend, in Berlin um etwa 16° bis 18°, in Gotha 15° bis 18°, also ungefähr im magnetischen Meridian, was einige Beobachter auch eigends anführen; nur die Wiener Beobachtung macht hievon eine merkwürdige Ausnahme *), da sie sagt, die gröfste Höhe des Bogens habe vom Meridian nach Osten abgewichen.

In Deutschland scheinen übrigens die meisten Beobachter den Nordlichtbogen schon fertig gebildet angetroffen zu haben. Es ist mir wenigstens nur eine Beobachtung zugekommen, die über die Entstehung des Bogens Nachricht giebt. Sie ist vom Bergrath und Salinendirector Senff in *Colberg* angestellt, und verdient gewifs alle Beachtung, da der Beobachter nach Norden von einem ganz freien Meereshorizont begünstigt wurde.

Nach einem heiteren Tage, heifst es in diesem Bericht, an welchem das Reaumursche Thermometer um 2 Uhr Nachmitt. —2°, um 4 Uhr —7½° und um 5½ Uhr —9° zeigte, erhoben sich nach 5½ Uhr fast genau am nordwestlichen und nordöstlichen Horizont zwei röthliche Wolkenstreifen, die höher und einander entgegenzogen, und kurz vor 6 Uhr einen vollständig gebildeten Kreisabschnitt am Himmel abgränzten, dessen Kern eine dunkle Wolkenmasse bildete, wie sie bei drohendem Unwetter sehr häufig auf der Ostsee lagert, gegen den Himmel aber von jenen Wolkenstreifen umsäumt ward, der oben ganz weifs war, nach beiden Seiten hin aber röthlich, fast rosenroth, dann purpurfarben, und ganz unten durch Violett in das Schwarzblau überging, das den Horizont kränzte. Die Lebhaftigkeit dieser Farben wechselte ab, war aber im Allgemeinen zu Anfange der Er-

*) *Zeitschrift* für Physik und Mathem. Bd. IX. p. 212.

scheinung am stärksten. Aus der Mitte dieses Kreisabschnitts stiegen bisweilen parallellaufende Lichtstreifen nach dem Zenith auf; ihr Licht war aber jederzeit matter als das des Saumes und nach oben hin röthlich. Nie stiegen zugleich mehr als zwei dieser Streifen auf, in der Regel einer allein, und im Ganzen habe ich nur acht solcher Streifen, sämmtlich nur in der ersten Hälfte der Erscheinung, aufsteigen sehen. Sie verschwanden jederzeit binnen weniger als einer Minute.

Gegen $6\frac{1}{2}$ Uhr erhoben sich am Horizonte in ganz gleicher Entfernung vom erwähnten Kreisbogen, fast genau im Westen und Osten, zwei blendend weiſse Lichtstreifen, doppelt so breit als der Saum des Kreisbogens, aber mit geringer Erhebung. Die Lebhaftigkeit ihres Lichtes wechselte ab, aber sie verschwanden niemals ganz, bis sich kurz vor 7 Uhr der westliche Streifen mit vollem Glanze erhob, im Bogen nach dem Zenith hinauf und über demselben hinweglief nach dem östlichen Streifen, der ihm dabei nicht entgegen kam, und sich mit demselben zu einem zweiten bedeutend breiten Kreisbogen verband, welcher so glänzend strahlte, daſs die Erde durch ihn merklich erleuchtet ward. Die Bildung dieses zweiten Bogens, gegen welchen der Glanz des ersten verschwand, dauerte kaum 30 Secunden. Er bestand in ganzer Klarheit nur etwa 2 Minuten, und hiemit endigte die ganze Naturerscheinung, indem nach und nach jede erhellte Stelle des Himmels dunkelte, so daſs um 7 Uhr 15 Minuten gar nichts mehr zu sehen war. Das Meer fing an im Norden hohl zu brausen, und das Thermometer war wieder auf -4° gestiegen. Am 8. Januar hatten wir wieder starken Nordwind, dunkel bedeckten Himmel und fast Thauwetter.

Ein gleicher Lichtstreif, wie er sich in Colberg vom westlichen Horizont durch den Meridian nach Osten ergoſs, und auf kurze Zeit einen concentrischen Bogen mit dem das dunkele Segment einschlieſsenden bildete, war auch in *Stet-*

tiu und *Berlin* sichtbar, und bildete am letzteren Orte einen der auffallendsten Momente in der ganzen Erscheinung. Ich war eben auf der Plattform der hiesigen Sternwarte mit einem Freunde beschäftigt, den stehenden Lichtbogen im Norden zu betrachten, als uns, aufserhalb dieses Bogens, am östlichen Horizont eine röthliche, einigermafsen den Regengallen ähnliche Lichtmasse auffiel, und in demselben Augenblick, etwa 6½ Uhr, im Westen eine Helligkeit entstand, aus der ein Lichtstreif emporstieg, der bald, etwa 30° nördlich vom Zenith, den Meridian durchschnitt und auf jene rothe Masse im Osten zueilte, mit der er sich auch bald zu einem vollen Bogen, concentrisch mit dem dunkeln Segment im Norden, verband. Das Licht dieses Streifen war gelb, und vorn am intensivsten; es erlosch von Westen her, und war hier nahe am Horizont schon meist verschwunden, als der Bogen vollständig zu Stande kam. Die Schnelligkeit, mit der sich der Streifen verlängerte, war scheinbar nicht gröfser, als die einer vom Sturmwind getriebenen Wolke; man konnte es keinesweges ein Strahlenschiefsen nennen. Ueberhaupt hatte der Streifen, durch seine unbestimmten Umrisse, ungleiche Breite und mehrmalige schwache Biegungen das Ansehen einer leuchtenden Wolke. In der nächsten Viertelstunde stiegen von Westen aus nach einander noch drei bis vier solcher Lichtstreifen auf, die gleichfalls durch den Meridian nach Osten gingen, und concentrische Bogen mit dem dunkeln Segment zu bilden schienen. Der erste von ihnen ging etwa durch das Zenith, der zweite schon etwas südlich vom Zenith durch den Meridian, und der dritte noch mehr südlicher. Sie alle waren aber viel bleicher und blässer als der zuvor genannte. Ganz zuletzt schien sich, etwa diametral dem dunkeln Segment im Norden gegenüber, der Horizont in SSO. mit weifslichem Lichte zu erhellen. Doch wurde hier die Beobachtung durch die Strafsenbeleuchtung sehr gestört und trügerisch.

Viele Beobachter, und darunter selbst mehrere in

Berlin, haben den ersten der aus Westen aufsteigenden Bogen nicht gesehen, weil sie zu spät auf die Erscheinung aufmerksam gemacht wurden. Dagegen finde ich seiner in einer Nachricht aus *Brakel*, im Paderbornschen erwähnt, die, da sie wenigstens einen ungefähren Begriff von der Ausdehnung des Bogens und der Schnelligkeit seines Wachsens giebt, hier wohl zunächst eine Stelle verdient.

Gegen 6 Uhr Abends (also, da Brakel ungefähr 4 Grad westlicher als Berlin liegt, etwa $6\frac{1}{4}$ Uhr nach Berliner Zeit), heifst es in dieser Beschreibung *) entstand im Westen mit einem Male ein heller blendender Schein von der Gröfse und dem Ansehen eines aufgehenden Feuers. Nach wenigen Augenblicken vergröfserte er sich jedoch so, dafs alle Furcht vor Feuer verschwand. Im Nu dehnte sich dieser Schein in Form eines Regenbogens von W. nach O. aus, indem er die Milchstrafse in einem Winkel von etwa 30 Graden durchschnitt, und erleuchtete die ganze Gegend so hell, dafs man ohne Anstrengung Gedrucktes zu lesen vermochte. Das Farbenspiel war anfangs lebhaft, jedoch mangelte das dunklere Blau, und veränderte sich dann in ein lichtes blendendes Weifs; auch war der Bogen nicht kreisrund, sondern von oben etwas platt gedrückt, und man konnte durch denselben, ungeachtet seiner Intensität, doch deutlich die gröfseren Sterne sehen. Sein Erscheinen am Himmel war das Werk eines Augenblicks, eben so auch nach etwa zwei Minuten sein Verschwinden, ohne dafs man ein allmäliges Zu- oder Abnehmen bemerken konnte. Blofs im Westen und Osten, wo der Bogen auf der Erde zu stehen schien, blieb der helle Schein. Nach etwa 3 Minuten war von da aus der Bogen eben so schnell wieder hergestellt, doch diefsmal fast senkrecht über uns hinweggehend, und nach vielleicht eben so langer Zeit verschwand derselbe gleich-

*) Berliner Nachrichten vom 15. Jan. d. J.

falls wieder, so wie das erste Mal, um nach etwa 10 Minuten aufs Neue, und zum dritten Mal, jedoch nunmehr in unserem Rücken, sich wieder herzustellen, und zwar beide letzte Male wieder mit dem weifsesten, blendendsten Lichte, so dafs sich die Helligkeit davon selbst in den Wohnzimmern, wo Licht brannte, bemerkbar machte. Schon während des ersten Erscheinens erhellte sich das im Norden stehende Nebelgewölk durch hochrothe radienförmige Strahlen, welche nahe an der Erde zu convergiren schienen, und daselbst einen so hellen Lichtpunkt bildeten, dafs es der aufgehenden Sonne an einem schönen Sommermorgen, von hohen Bergen aus gesehen, ganz ähnlich war. Beim zweitenmaligen Erscheinen des Bogens hatten sich die radienförmigen Strahlen jedoch in parallel senkrecht laufende Strahlen und Lichtsäulen von verschiedener Farbe umgewandelt, welches Schauspiel sich nach und nach vom nordöstlichen bis nordwestlichen Horizont ausbreitete, und etwa bis 11 Uhr Nachts dauerte, wobei jedoch häufige Bewegungen und Veränderungen stattfanden, aber ohne irgend ein Geräusch vernehmen zu lassen.

So weit dieser Bericht. Ist es gewifs, dafs der Lichtbogen, der in Brakel zuerst von Westen nach Osten durch den Meridian ging, derselbe war, der sich in Berlin durch seine Helligkeit so auszeichnete, so würde folgen, dafs seine Verlängerung mit einer Geschwindigkeit geschah, die den etwa 4 Grad betragenden Längenunterschied beider Orte in ungefähr einer Viertelstunde zurücklegte.

Den übrigen Verlauf der Erscheinung in *Berlin* hat ein sorgfältiger Beobachter, Hr. Klöden, Director der hiesigen Gewerbschule, sehr genau beschrieben. Folgendes ist ein wörtlicher Auszug aus seinen in den *Berliner Nachrichten* vom 10. und 11. Januar d. J. bekannt gemachten Beobachtungen. Es ist dabei zu bemerken, dafs Hr. K. erst um $6^h 40'$ auf die Erscheinung aufmerksam

wurde, und daher den vorhin erwähnten glänzenden Bogen aus Westen nicht mehr sah.

Beim ersten Anblick aus einem, durch Gebäude wenig beschränkten und von dem Gaslicht der Strafsenbeleuchtung nicht betroffenen, Garten, zeigte sich am nördlichen Horizont, bis zur Höhe von etwa 6°, ein dunkles Segment, gleich einer nicht scharf begränzten und nicht völlig regelmäfsigen Nebelschicht, die sich von Nordost bis nach Nordwest erstreckte. Ueber diesem dunkeln Segment lag eine helle Zone, welche in Richtung des magnetischen Meridians, also gen Nord 16 bis 18 Grad nach West, die gröfste Höhe von 18° bis 20° über dem Horizont erreichte, und die gröfste Aehnlichkeit mit dem Lichte der nächtlichen Dämmerung hatte, wie diese um die Zeit des Sommersolstitiums um 11 Uhr Nachts bei völlig klarer Luft erscheint. Dieser in gelblichweifsem Lichte glänzende Bogen war indefs nicht so allmälig mit dem dunkeln Blau des Nachthimmels verwaschen, wie die nächtliche Dämmerung des Sommers, und stach viel greller gegen den sternhellen Winterhimmel ab. Die Sterne bis zur vierten Gröfse waren dadurch noch sichtbar, während in der nächtlichen Sommerdämmerung zuweilen die Sterne dritter Gröfse schwer zu sehen sind. Die Intensität des Lichts war also geringer als das Dämmerungslicht, und erschien nur höher durch den Gegensatz gegen den dunkeln Winter-Nachthimmel. Diese Zone senkte sich, in ziemlich regelmäfsigen Bogen, gegen Ost und West, erreichte den Westpunkt einerseits, und andererseits ungefähr, Ost-Nord-Ost. Das Licht derselben war nie völlig ruhig, sondern fluctuirend, gleich einer sehr langsamen Wellenbewegung, die man jedoch nur bei fortgesetzter Aufmerksamkeit bemerkte. Die 3° bis 4° breiten Lichtwellen stiegen von dem dunkeln Saum an der Tiefe des Horizonts langsam auf, sie wurden durch ungefähr eben so breite mattere Lichtbänder getrennt, so dafs in der Dämmerungszone jederzeit zwei bis drei Pa-

rallel-Lichtbänder im flachen Bogen von Ost nach West sichtbar waren. Zwischen 6 Uhr 40 und 50 Minuten erschienen diese parallelen Lichtbogen am glänzendsten. Sie nahmen an Weiſse und Begränztheit zu, so wie sie dem oberen Rande des Dämmerungslichts sich näherten, ja sie stiegen in Pausen von einigen Minuten über das helldämmernde Segment hinaus in den Nachthimmel, auf welchem sie prächtige weiſsleuchtende Zonen bildeten, die ziemlich schnell gegen den Zenith und darüber hinauszogen. Diese Zonen waren nicht überall gleich breit, und nur zwei davon erschienen zusammenhängend, so daſs sie glänzende Gürtel von ungleicher Breite bildeten, die, gleich der Milchstraſse, aber mit viel hellerem Lichte, mit ihren beiden Schenkeln auf dem östlichen und westlichen Horizonte zu ruhen schienen, während der Scheitel des Bogens sich aus Norden durch den Zenith bewegte, und in einer südlichen Höhe von etwa 45° allmälig verschwand. Die ihnen folgenden Lichtbogen waren mehr getrennt, und stellten sich als schneeweiſs glänzende, einzelne Wolken dar, deren gröſsere Ausdehnung in die Richtung von Ost nach West fiel, die aber dergestalt parallel nach Süden zogen, daſs man darin Fragmente eines unterbrochenen Lichtbandes erkennen konnte. Den gröſsten Glanz erreichten diese wogen- und wolkenartigen Erscheinungen allezeit in der Nähe des Zeniths; sie hatten alsdann den reinen Glanz des Schnees, und zum Theil die Gestalt und Begränztheit colossaler Cometenschweife. Man erblickte durch diese Lufterscheinungen die Sterne bis zur vierten Gröſse, ein Beweis, daſs das Licht nicht an einem dunst- oder nebelartigen Stoffe haſtete, sondern sich in völlig *reiner Luft* entwickelte. Auſser der Bewegung dieser Lichtbänder von Norden nach Süden bemerkte man, besonders in den einzelnen Lichtwolken, noch eine Bewegung von Ost nach West, indem diese Wolken an ihrem östlichen, meist zugespitzten, Ende schnell abnahmen, während sie sich am westlichen, büschelförmig strahlenden,

Ende ausbreiteten, und in der Mitte das schönste Licht entwickelten. Hiedurch unterschied sich die Bewegung von der einer ziehenden, vom Monde beleuchteten leichten Wolke (Cirrus), mit der sie sonst Aehnlichkeit hatte.

Gegen 6 Uhr 50 Minuten wurden die Lichtwogen matter, und um 7 Uhr hatten sie nur noch den Glanz der Milchstraſse, von der sie zuweilen, zumal da sie sich ziemlich parallel mit derselben bewegten, kaum zu unterscheiden waren. Nur im Westen waren um diese Zeit noch ziemlich glänzende Fragmente solcher Lichtwellen sichtbar. Gleichzeitig mit den eben geschilderten Phänomenen schossen, vom Horizonte aus Nord- und Nordwest bis nahe an den Westpunkt, von Zeit zu Zeit verticale Strahlen empor, von 1 bis 3 Grad Breite und meist von hellweiſser Farbe, welche die gröſste Aehnlichkeit mit der Erscheinung hatten, die man beim Auf- und Untergang der Sonne hinter Wolken mit dem Namen des Wasserziehens der Sonne bezeichnet. Diese weiſsen Strahlen waren von intensiverem Lichte als das helle Dämmerungs-Segment, und erhoben sich daraus bis gegen den Zenith. Ihre Richtung war durchaus geradlinig und ihre Ränder am hellsten glänzend, so daſs die Mitte des Strahles oft sehr matt, ja zuweilen dunkeler als das Dämmerungslicht erschien, so daſs ein solcher Strahl wie ein dunkler Streif mit sehr hellen Säumen empor stieg. Die Bewegung dieser Strahlen war so schnell, daſs diejenigen, die den Zenith erreichten, oft vom Horizont bis dahin keine Minute Zeit brauchten. Da alle Strahlen vertical aufstiegen, so folgt daraus, daſs die, welche von Nord, Nord-West und Nord-West gen West gleichzeitig empor zogen, gegen den Zenith hin convergirten, und nicht, wie die Strahlen beim Auf- oder Untergange der Sonne, divergirend erschienen. Gegen 7 Uhr hörte diese Strahlung auf. Gleichzeitig mit allen eben geschilderten Erscheinungen zeigte sich am nordöstlichen, nördlichen und nordwestlichen Himmel, bis zur Höhe von etwa 50°

unmittelbar über dem dämmerungsartigen weifsen Segment ein prachtvolles *rothes* Licht, durch welches ebenfalls die Sterne sichtbar waren. Die Farbe desselben war die des Purpurs oder der matt glühenden Kohle. Diese rothe Lichterscheinung bildete keine gleichförmige Zone, sondern war meist auf zwei bis drei Punkte des Himmels beschränkt, am Rande verwaschen, gleich dem Wiederscheine mehrerer Feuersbrünste. Die gröfsten dieser rothen Lichtwolken mochten 20° im Durchmesser haben. Sie zeigten sich meist zuerst in Nord-Osten, und bewegten sich von da langsam im Bogen nach Nord-West, jedoch nicht gleich einer ziehenden Wolke, sondern sichtlich so, dafs das Licht im Osten abnahm und im Westen sich verstärkte. Fügte es sich, dafs einer der weifsen Vertical-Strahlen den rothen Schein traf, so ward letzterer davon durchbrochen. Gegen 7 Uhr verloren sich auch die rothen Lichterscheinungen; dagegen schien sich das *weifse Dämmerungslicht* eher zu verstärken, als zu vermindern, und zeigte sich, gegen 8 Uhr, bis zu einigen und 20 Grad am nördlichen Himmel. Auch die parallelen Lichtwogen blieben darin bemerkbar; sie stiegen aber nicht mehr, wie früher, über den oberen Saum des Dämmerungslichtes hinaus in den Nachthimmel.

So zeigte sich das Phänomen bis ungefähr 8 Uhr 45 Minuten. Von da an begann eine neue, bei weitem prächtigere Erscheinung, indem sich nunmehr über das weifsliche Dämmerungslicht, welches bis auf 10° bis 15° am Horizonte niedersank, eine breite, *glänzend rothe,* wenig unterbrochene Zone lagerte, die zumal in Ost und West, zuweilen aber auch im Norden, dem Wiederscheine einer gewaltigen Feuersbrunst glich, und in der Farbe der Gluth der Kohle ähnlich war. Auch der Glanz dieser Erscheinung war nicht gleichförmig, allein doch zu allgemein verbreitet, um die Bewegung der helleren Lichtmassen, wie früher, wahrnehmbar zu machen. Die blutrothe Zone erstreckte sich bis nahe zum Zenith und über

m Ost- und Westpunkt hinaus, so dafs diefs blutige euerzeichen mehr als die Hälfte des Horizonts einnahm d die unkundigen Beobachter mit Schrecken füllte. Auch diesem Stadium des Phänomens stiegen *weifsliche* vertale *Strahlen* auf, zuweilen auch völlig dunkele *Säulen*, e nur am Rande ein mattbelles Licht zeigten. Wähnd der Dauer der prächtigen rothen Lichterscheinung rbte sich der dämmerungsartige Lichtbogen ungemein hön gelblich grün. Nur einmal ward um 9 Uhr 5 Min. idwestlich vom Zenith eine helle weifse Lichtwolke wähnd 2 bis 3 Minuten bemerkt. Nach 9 Uhr 15 Minun ermattete das rothe Licht allmälig, und gegen 11 Uhr erbreitete sich zuerst in den unteren Regionen ein leicher Nebel, der, sich hebend, zum leichten Cirro-Stratus urde, durch dessen geringe Lücken man den nördlichen ämmerungsschein und einzelne Sterne erblickte. So endete ein Meteor, das in diesen Gegenden in gleicher Pracht lten gesehen wird.

Aehnlich lauten die Beschreibungen aus andern Punkn des nordöstlichen und mittleren Deutschlands.

In *Leipzig*, wo sich an demselben Tage um 3 Uhr achmittags eine Nebensonne gezeigt hatte, wurde 8½ Uhr bends im Norden oberhalb einer dunkeln scheinbar von Volken gebildeten Wand, die sich gegen 4° über den orizont erhob, ein ungewöhnlich heller Schein von weiem in das Blaugrünlich spielenden Lichte beobachtet; er übrige Theil des Himmels war ganz heiter und zum heil sehr dunkelblau. Allmälig nahm die Ausdehnung nd Stärke des Lichtes nach Osten und Westen zu, die unkle Wand zog sich nach dem Horizonte zurück, und beiden Enden des Phänomens so wie in der Mitte ldeten sich grofse hochrothe Flecken, den von der unrgehenden Sonne erleuchteten Wolken ähnlich, welche ter dem Lichte der gröfsern Sterne, die, durch ein Fernhr betrachtet, ungemein flackerten, den Durchgang gestatteten. Bald darauf schossen, aus der dunkeln Schicht

mehrere Lichtstrahlen hervor, unter denen sich einer durch seine Breite und Höhe ganz besonders auszeichnete. Er erhob sich ungefähr 15° vom Nordpunkt zu einer Höhe von 45° bis 50°, und war aus weifsen, röthlichen und dunkeln Streifen zusammengesetzt. Als späterhin diese Strahlen und damit auch die rothen Flecken matter wurden, bewegte sich ein Fleck, der etwas weifser als die Milchstrafse und 2° lang und $\frac{1}{2}$° breit erschien, von der oberen östlichen Gränze des Phänomens durch den Meridian nach Westen, ging an einem der rothen Flecke vorüber, ohne von ihm scheinbar afficirt zu werden, und verlor sich langsam unter den Horizont. Die Dauer dieser Bewegung, die im Meridian am schnellsten war, betrug gegen 8 Minuten. — Nach 10 Uhr waren die rothen Flecken ganz verschwunden, und es war nur noch der helle Schein im Norden wahrzunehmen, der noch einige Stunden hindurch fortdauerte.

Zu *Gotha* fand das Phänomen in dem Hrn. Assistenzrath v. Hoff und Hrn. Prof. Kries zwei sehr genaue Beobachter. Der Güte des Ersteren verdanke ich eine Beschreibung der beiderseitigen Beobachtungen, die ich, wiewohl der Uebersender nur den Wunsch aussprach, das Wichtigste daraus entnommen zu sehen, hier wörtlich mittheile, weil einerseits die Beschreibung kurz und bündig ist, und weil es andererseits grofse Schwierigkeit hat, die einzelnen Nachrichten so zu einem gleichförmigen Ganzen zu verschmelzen, dafs nicht irgend ein, jetzt nur als unbedeutend erscheinender, für künftig aber vielleicht sehr wichtiger Umstand dadurch verloren ginge.

Beobachtungen des Hrn. von Hoff.

In Gotha wurde am 7. Januar das Nordlicht schon zwischen 6 und 7 Uhr Abends wahrgenommen. Ich wurde erst zwischen 8 und 8$\frac{1}{2}$ Uhr auf die grofse Helle aufmerksam, die sich am nördlichen Himmel verbreitete. Meine Wahrnehmungen bestanden in Folgendem:

Auf

Auf dem Nordhorizonte lag ein Bogen von gelblich-weifsem Lichte. Ungefähr 10° (nach Schätzung) nördlich vom Westpunkte fing derselbe an aus dem Horizonte sanft empor zu steigen bis zu seinem höchsten Punkte, der ungefähr 10° westlich vom Nordpunkte zu liegen schien, und eine Elevation von ungefähr 25° haben mochte. Etwa 30° nördlich vom Ostpunkte fiel das östliche Ende des Bogens mit dem Horizonte zusammen. Der Theil des Horizontes, welcher als die Sehne des Lichtbogens zu betrachten war, mochte daher 95°, vielleicht auch nur 90° betragen.

Die Breite des Lichtbogens (im Verticaldurchschnitt) schätzte ich auf 3° bis 4°. Baumgruppen und Gebäude hinderten mich, den unter ihm liegenden Theil des Himmels bis zum Horizonte deutlich zu sehen, und ich glaubte dort eine dunkele Wolkenwand zu erkennen. Von anderen Beobachtern habe ich nachher erfahren, dafs der unter dem Lichtbogen gelegene Theil des Himmels ein ausgezeichnet dunkler, aber wolkenfreier Theil desselben gewesen ist, in welchem man Sterne gesehen hat.

In dem Lichtbogen selbst, westlich vom Nordpunkte des Horizontes, funkelte sehr hell der Stern Wega.

Der obere Rand des Lichtbogens hatte etwas wolkenartig Verwaschenes, und bildete kleine Wellenlinien.

In den ersten Augenblicken der Beobachtung sah ich auf dem Bogen, und zwar zu beiden Seiten seiner höchsten Wölbung, in gleichem Abstand von dieser und ungefähr 45° von einander entfernt, zwei grofse unregelmäfsig geformte Flecke von rothem Lichte, welche aus dem weifsen Lichte des Bogens hervorzugehen schienen. Die Röthe ihres Lichtes hatte etwas ganz eigenthümlich, fast konnte man sagen, Dunkelhelles; ich möchte sie am liebsten mit dem rothen Scheine vergleichen, welchen man sieht, wenn man in die Sonne geblickt hat, und darauf die Augen schliefst. In diesem rothen Lichte konnte man die Sterne deutlich erkennen.

Der westliche dieser rothen Flecke war heller als der östliche, und stieg ungefähr bis zu 40° über den Horizont empor; seine Figur war unregelmäfsig, doch mehr hoch als breit, und veränderlich.

Der östliche rothe Fleck war von einem dunkleren Roth, aber viel weiter ausgebreitet als der westliche; er umfafste die drei hellen Sterne im Schwanze des grofsen Bären, und reichte bis zu dem Sterne im Halsbande der Jagdhunde.

Oestlich von diesem und westlich von dem westlichen rothen Lichtflecke, und zwar von jedem derselben ungefähr in derselben Entfernung, in welcher diese von dem höchsten Punkte des weifsen Lichtbogens standen, erhoben sich noch zwei solche rothe Lichtflecke, die aber von minder glühendem Lichte waren, und sich auch nicht so hoch erhoben als jene.

So sah ich die Erscheinung zuerst. Bald darauf aber fuhr aus der höchsten Stelle des Bogens (seiner Mitte) ein ungefähr 1° breiter lichter Streif oder Strahl gerade in die Höhe bis zu ungefähr 50°, so dafs sich seine Spitze westlich neben dem Polarstern befand. Dieser Lichtstreif erschien und verschwand abwechselnd, zeigte sich bald mit weifsem, bald in rothem Lichte, und immer in gleicher Form und in der angegebenen geringen Breite.

Die rothen Lichtflecke zu seinen beiden Seiten nahmen an Lichtstärke ab und zu, verschwanden bisweilen beinahe, und wurden darauf wieder lebhaft glühend, erhoben und erniedrigten sich auch abwechselnd; immer aber blieben sie an denselben Stellen auf und über dem weifsen Bogen.

Dem gemäfs befanden sich während der ganzen Dauer der Erscheinung die von dem weifsen Bogen in die Höhe gehenden rothen und weifsen Strahlen und Lichtflecken an fünf bestimmten und bleibenden Stellen, deren jede ziemlich genau um den vierten Theil des Quadranten von der andern entfernt lag. Das ganze Nordlicht erhielt da-

lurch eine symmetrische Gestalt. An den Stellen, an lenen der Lichtbogen an beiden Enden den Horizont chnitt, habe ich keine Lichterscheinung über dem erstern vahrgenommen.

Ein Mal zog ein anfangs runder, dann sich horizonal in die Länge ziehender, weifser, schaumartig schimnernder Lichtfleck, einem Wölkchen ähnlich, aus dem istlichen rothen Flecken, wo ich ihn zuerst sah, mit unlaublicher Schnelle durch die oberen Theile der Erscheiiung, und verlor sich im Westen. Ob diefs ein Theil les Nordlichts war, oder ein durchscheinendes lockeres Wölkchen, wage ich nicht zu behaupten.

Während der Zeit, in welcher ich das Phänomen eobachtete, fand ich seine glänzendste Periode von 9 is 9½ Uhr; nachher wurden die Lichterscheinungen schwäher. Zwischen 10 und 11 Uhr waren die rothen Stelen nicht mehr zu sehen, aber der weifse Bogen behielt einen Glanz; nur senkte er sich allmälig tiefer zum Hoizonte herab. Als ich 1 Uhr nach Mitternacht noch ein Mal nach dem Himmel sah, war der weifse Bogen noch mmer sichtbar.

Beobachtungen des Hrn. Kries.

Erst gegen ¾ auf 9 Uhr wurde ich die Bildung eiies Nordlichts gewahr. Der Himmel zeigte an der nördichen Seite des Horizontes eine ungewöhnliche Helle und Klarheit, und in einiger Höhe glänzend rothe Flecke. Bald entwickelte sich das Phänomen stärker, die Helle m Horizonte nahm zu, es gingen eine Menge weifser ind rother Strahlen aus dem hellen Theile des Himmels ufwärts; die rothen Flecke vergröfserten sich und glänzen lebhaft. Besonders zeichnete sich eine Stelle in NNO. lurch ihren dunkelrothen Glanz aus. Dabei war der Himnel ganz klar, und häufig waren Sterne mitten durch den öthen Schein hindurch zu sehen, besonders war der grofse

Bär mehrmals ganz davon bedeckt, aber dabei ganz deutlich zu sehen.

Das Phänomen breitete sich weit aus, ungefähr von NNO. bis WNW., und die Mitte fiel offenbar ungefähr 16° bis 18° vom wahren Norden gegen West, was um so eher zu bemerken war, da man den Polarstern gerade vor sich hatte; diefs trifft also mit dem magnetischen Meridian zusammen. Das Licht war bisweilen so stark, dafs der Schnee, womit die Erde und die Dächer der Häuser bedeckt waren, einen röthlichen Schein bekam. Die rothen Flecken bildeten nicht einen zusammenhängenden Bogen oder Streif, sondern waren einzeln, doch breiteten sie sich bisweilen so aus, dafs sie, wie bei einer schönen Morgenröthe zusammenstiefsen. Ueberhaupt hatte die Verbreitung des rothen Glanzes viele Aehnlichkeit mit der Morgenröthe; nur war der Wechsel in dem Glanze des rothen Lichtes gröfser. Ein Schiefsen der Strahlen fand eigentlich nicht statt, doch war es auffallend, wie von Zeit zu Zeit sich eine ganze Reihe von Strahlen vom Horizont herauf bildeten, und immer deutlicher und stärker hervortraten. Dann schob sich auch wohl ein einzelner, besonders glänzender, rother oder weifser Strahl sichtbar vor, und hob sich höher als die übrigen. Aber das Zenith erreichten sie nicht, und bildeten dort auch keine Krone. Nach ungefähr einer halben Stunde nahm die Stärke des Lichtes ab, das Roth schien ganz zu verschwinden; aber bald darauf kam es von Neuem zum Vorschein, der Glanz nahm wieder zu, es bildeten sich wieder Strahlen, und es war als fing die Erscheinung von Neuem an. Unter dieser Abwechselung dauerte die Erscheinung bis nach 10 Uhr, wo das Roth mir gänzlich verschwunden zu seyn schien und nicht wiederkehrte. Aber ein lichter Bogen und ein heller Schein, dessen Mitte ungefähr in NNW. war, erhielt sich noch lange, und dauerte bis nach 11 Uhr.

Als etwas sehr Merkwürdiges verdient noch ange-

führt zu werden, dafs unterhalb des lichten Bogens der Himmel bis zum Horizont ganz dunkel erschien, als ob eine graue Wolkenwand sich dort gebildet hätte, die den unteren Theil der vom Horizont heraufgehenden Strahlen gänzlich verdeckte. Diese graue Decke erhielt sich während der ganzen Erscheinung; dafs sie aber keine Wolke war, die zufällig dort gestanden hätte, sondern dafs sie ein Product des Nordlichts selbst war, oder dazu gehörte, zeigte sich dadurch, dafs, als der Stern Wega so tief gegen den Horizont herabkam, dafs er hinter der Decke stand, man ihn ganz deutlich mit blofsen Augen durch dieselbe hindurch sehen konnte. Erst nach halb 11 Uhr fing sie an sich zu verdünnen und zu zertheilen. Das Licht des Sterns also, das der Erscheinung fremd war, wurde durch den dunkeln Vorhang nicht aufgehalten; aber die aufsteigenden glänzenden Strahlen waren nur von da an sichtbar, wo sie über denselben hervortraten. Es könnte daher zweifelhaft scheinen, ob sie sich hinter demselben, oder erst auf dem Rande desselben gebildet hätten, wenn sie nicht weiter gegen Westen hin, wo der dunkle Vorhang nicht hinreichte, bis nahe zum Horizont herabgegangen wären, auch der Rand des Vorhangs eine ziemlich scharfe Gränze gebildet hätte, hinter welcher die Strahlen, schon völlig ausgebildet, sich emporhoben.

Ein anderer merkwürdiger Umstand war, dafs, als das Phänomen in seinem schönsten Glanze dastand, sich mitten in dem dunkelsten Roth auf der nordöstlichen Seite ein heller weifser Fleck bildete, der sich erst etwas ausbreitete, dann aber sich heraufwärts nach der Mitte der Scene wie eine dünne lichte Wolke fortbewegte, ohne jedoch die Sterne, vor denen er vorüberzog, dem Auge zu entziehen, sich dabei immer mehr ausdehnte, und als er ungefähr den höchsten Theil des Bogens, in dem er fortging, erreicht hatte, sich so sehr zertheilte, dafs er verschwand. Eine Wolke war es offenbar nicht, was sich hier gebildet hatte, denn der ganze Himmel war

durchaus wolkenleer, und selbst an der entgegengesetzten Seite des Himmels schienen Orion, Sirius und andere Gestirne in fast noch hellerem Glanze als gewöhnlich auf dem dunkelblauen Grunde zu strahlen. Der Stoff schien feiner und flüchtiger als der Dunst der Wolken zu seyn, und seines eigenen Lichtes ungeachtet, verdeckte er das Licht auch der kleineren Sterne nicht. Man hat wohl bei anderen Nordlichtern Beispiele von Bogen, die aus einem weifsen glänzenden Stoffe bestanden, durch welchen man Sterne so gut wie durch den Schweif eines Cometen erkennen konnte, daher Einige wohl die letzteren von gleicher Beschaffenheit mit jenen gehalten haben. Von solcher Art schien auch der Stoff dieser Lichterscheinung zu seyn.

Der hier von den HH. v. Hoff und Kries erwähnte merkwürdige Umstand, dafs in dem dunkeln Segment, welches man gewöhnlich für eine Wolke gehalten, Sterne ohne Schwächung ihres Glanzes sichtbar waren, wird auch noch durch einen anderen sehr glaubwürdigen Zeugen bestätigt, nämlich durch Hrn. Prof. Gerling in Marburg. In einem der K. Gesellschaft zu Göttingen übersandten und in die *Göttinger gelehrten Anzeigen* vom 28. Febr. d. J. eingerückten Bericht wird die Erscheinung folgendermafsen beschrieben.

Das Phänomen war in Marburg schon von 6 Uhr an gesehen. Hr. G. erhielt aber erst um 8 Uhr eine Benachrichtigung davon, und damals war am ganzen nördlichen Himmel, so tief herab, wie die Aussicht aus den Fenstern seiner Wohnung reichte, gar nichts Ungewöhnliches zu erkennen. Allein gegen 9 Uhr zeigten sich wieder auffallende rothe Streifen am nördlichen Himmel, und Hr. G. begab sich sogleich auf den eine freie Aussicht beherrschenden Schlofsberg, um noch, so viel thunlich, von der Erscheinung wahrzunehmen.

Zuerst wurden in einer Ausdehnung von etwa 50° *bis* 60° zwischen NO. und NW. blafsrothe Streifen und

Flecken am Himmel bemerklich, welche sich ohne vollständige Continuität in dem angegebenen Bogen im Azimuth und im Mittel etwa bis zu 45° Höhe erstreckten. In der Mitte jenes Azimuthalbogens um den Meridian herum, und nach einer Schätzung etwa in 30° bis 40° Azimuthal-Ausdehnung, zeigten sich schwarze Flecke am sonst heiteren Himmel, dem Ansehen nach mit nichts anderem als schwarzen Wölkchen zu vergleichen. Diese Flecke vermehrten sich allmälig und bildeten endlich zusammenlaufend das dunkele Segment, welches nach allen Beschreibungen dem Nordlicht charakteristisch zu seyn scheint, indem zu gleicher Zeit die erst erwähnten rothen Flecke an Intensität zunahmen, und sich strahlenförmig gegen das schwarze Segment gruppirten, von welchem aus zwischen den rothen Strahlen dann auch weiſse und gelbliche erschienen, die ohne auffallend plötzliches Fortschieſsen sich auf etwa 50° in der Höhe erstrecken mochten.

So weit, fährt Hr. Gerling fort, scheint diese Beobachtung mit dem, was andere Beobachter zu gleicher Zeit und bei früheren Nordlichtern gesehen haben, ganz übereinzustimmen, und würde also kaum einer Erwähnung verdienen, wenn nicht ein Umstand dabei mir aufgefallen wäre, welcher meines Wissens weder bei Gelegenheit dieses jetzigen Nordlichts, noch, soviel ich habe auffinden können, sonst zur Sprache gebracht ist. Nämlich, nicht bloſs die Sterne des Schwans, über welchen die weiſsen und rothen Strahlen mit ihrer groſsen Intensität hinweggingen, sondern auch der Stern α in der Leyer, welcher *tief im schwarzen Segment stand*, verloren an Sichtbarkeit und scheinbarer Helligkeit augenfällig gar nichts. Diese Thatsache scheint über die räthselhafte Frage, welche Bewandtniſs es mit dem dunkeln Segment eigentlich habe, wenigstens das negative Resultat zu geben, daſs es *keine gewöhnliche Wolke* ist, weil solche für das Sternenlicht nicht parmeabel seyn könnte.

Schon bei dem Nordlicht vom 22. October 1804 be-

merkte Wrede *), allein ohne diesen Grund beizufügen, daſs man das dunkele Segment unrichtig eine Wolke nenne, während Gilbert den Ausdruck in Schutz nimmt, und hinzusetzt, er habe im dunkeln Segment nichts bemerkt, was ihn hätte auf den Gedanken bringen können, daſs er dort etwas anderes als eine dunkele Wolke sähe. Auch die Meinung Mayer's im Handbuch der physischen Astronomie, daſs die dichtere mit Dünsten erfüllte Luft des Horizonts hinlänglich sey, das dunkele Segment zu erklären, scheint sich mit der von Hrn. S. bemerkten Thatsache nicht vereinigen zu lassen.

Hr. G. fügt noch bei, daſs in den früheren Stunden, wo das in seiner Ausdehnung veränderliche Segment sich sehr hoch erstreckte, ein glaubwürdiger Zeuge den Stern α Leyer *in dem Segmente* so hell wie zu irgend einer anderen Zeit glänzen gesehen, und ein anderer, zu einer Zeit, wo das dunkele Segment sich noch nicht bis zu jenem Sterne erstreckte, *andere Sterne in dem Segment* erblickt habe.

Dieselbe Erscheinung ist auch, wie mir Herr Professor Kupffer schreibt, zwar nicht an diesem, aber an einem anderen Nordlicht von Hrn. Professor Struve in *Dorpat* beobachtet. Derselbe fand nämlich, daſs Castor und Pollux, deren Licht durch das Nordlicht bedeutend geschwächt erschien, ihren gewöhnlichen Glanz sogleich wieder annahmen, wie sie in die dunkele Bank traten, die gewöhnlich die Basis der Nordlichter bildet.

Das dunkele Segment, von dem oben mehrmals die Rede war, wurde übrigens an südlicheren Orten, wie z. B. in *Wien*, nicht mehr gesehen. Hier sah man um 7 Uhr nur einen gelblichen oder rothgelben Kreisabschnitt,

*) Siehe Gilbert's Annalen, Bd. 18 S. 256.

dessen mit dem Horizont parallele Sehne etwa 30° umfaſste, und der 10° bis 12° über den Horizont hinaufreichte. Um 8 Uhr hatte dieser Kreisabschnitt seine gröſste Ausdehnung erlangt; der unterste Theil desselben erstreckte sich auf 90°, seine gröſste Höhe betrug 30°, und wich, wie schon früher erwähnt, vom Meridian nach Osten ab, dabei war er aber am wenigsten scharf begränzt. Zu diesem lichten Abschnitt, der das Phänomen fortwährend mit verschiedenen Graden der Entwicklung begleitete, gesellten sich cylindrische oder conische Lichtsäulen, die gleichsam aus jenem hervorschossen, bald länger, bald kürzer waren, bald schneller, bald langsamer und mit verschiedenen Graden der Lichtstärke auf einander folgten. An der Gränze schienen sie besonders beweglich, und nahmen gleichsam eine geschlängelte Form und eine wirbelnde Bewegung an. Alle diese Säulen rückten allmälig von Norden gegen Osten fort, und gewährten das schönste Phänomen, als ihre östliche Bewegung am gröſsten war *). Vorzüglich traten da drei Säulen hervor, die

*) Ein solches Fortrücken der Säulen, freilich in entgegengesetzter Richtung, ist auch schon bei andern Nordlichtern wahrgenommen. Bei einem, welches Hr. Dr. v. Chamisso am 4. Octob. 1818 auf der Fahrt von *St. Petersburg* nach *Stettin* im finnischen Meerbusen, zwischen 59° und 60° nördlicher Breite, zu beobachten Gelegenheit fand, hatten die Strahlen deutlich eine rotirende Bewegung. In der mir schon vor einigen Jahren mitgetheilten Notiz sagt derselbe: Der Mittelpunkt der Radiation war westlich vom wahren Norden und unter dem Horizonte. Die farbigen Strahlen schossen wie aus einem Brande unter dem Horizont hervor, und erreichten kaum die Sterne des groſsen Bären, der zur Stunde (zwischen 8 und 10 Uhr Abends) noch westlich vom Polarstern war. Diese Strahlen hatten eine Rotationsbewegung von Ost gegen Westen, die ich (wiewohl in entgegengesetzter Richtung) mit dem Minutenzeiger der Uhr verglich, und von gleicher Schnelligkeit schätzte; so daſs mir der Strahl, der sich zuerst in Osten, nahe am Horizont und fast parallel mit demselben, zeigte, sich allmälig zu erheben und nach ungefähr 15 Minuten, vom Mittelpunkt der Radiation aus, senk-

in Bögen gröfster, auf dem Horizont nahe senkrechter Kreise zu liegen schienen, unter 5° bis 6° einnahmen, und wovon der nördlichste und gröfste 60° Höhe hatte. Der fernere Verlauf der Erscheinung bot nichts Ausgezeichnetes mehr dar; um Mitternacht war alles verschwunden **).

Sämmtliche Berichte aus dem nordöstlichen und mittleren Deutschland sprechen nur von einem einzigen, während der ganzen Erscheinung andauernden Bogen. Die Beobachter im nordwestlichen Deutschland haben dagegen zwei concentrische Bögen gesehen. Diefs geht schon aus einem Berichte des Hrn. Hofrath R. Brandes zu *Salz-Uffeln* hervor (Schweigg. Journ. Bd. 61 S. 266.); vollständiger und bestimmter lehrt diefs aber die Beschreibung des Hrn. Prof. Egen in *Elberfeld*, in Schumacher's *Astronomischen Nachrichten*, No. 192. S. 471.

Das Nordlicht wurde hier, sagt der Berichterstatter, gleich mit eintretender Dunkelheit gesehen. Ich wurde um 6¼ Uhr auf dasselbe aufmerksam gemacht **), und

recht gegen das Zenith gerichtet zu stehen schien. Binnen der zwei Stunden, welche die Erscheinung dauerte, streckten sich die Strahlen aus und zogen sich wieder ein zu drei Malen, bis zuletzt auch das Licht unter dem Horizont erlosch.

Etwas Aehnliches bemerkte Prof. Rudberg an einem sehr schönen und vollständigem Nordlichte, das am 7. Decemb. 1830 in *Upsala* sichtbar war. Die vom Nordlichtbogen aufsteigenden Säulen hatten nämlich eine mit der Ebene dieses Bogens parallele Bewegung, oder vielmehr erlöschten diese Säulen successiv und es traten an den früheren Intervallen neue hervor. Zugleich bewegte sich mit grofser Geschwindigkeit hinter den Säulen parallel mit dem Bogen eine sehr intensive Lichtfläche, etwa doppelt so grofs wie die Mondscheibe, doch nicht so rund und scharf begränzt.

*) Zeitschrift für Physik und Mathematik, Bd. IX S. 212.

**) Deshalb vielleicht wurde auch hier nicht, wie in Brakel und

beobachtete es von da an bis 12 Uhr Nachts. Um 6½ Uhr war der nördliche Himmel wie mit röthlich-weifsem Nebel umzogen, in einer Ausdehnung am Horizonte von etwa 120°. Das Mittel der Erscheinung lag genau im magnetischen Norden. Die Helligkeit war im Zunehmen; es bildeten sich röthliche Streifen, die senkrecht auf dem Horizonte standen. Sie waren breit und nebelhaft, der gröfste Streifen stieg an Wega empor und endete am Deneb. Nun nahm die Helligkeit wieder ab, so dafs um 6¾ Uhr alle senkrechten Streifen verschwunden waren, und nur noch der weifsliche Nebel in einer Ausdehnung von 45° am nördlichen Horizont gelagert blieb. Wega stand etwas links von der Mitte dieses hellen Segments, das bis η vom grofsen Bären, aber nicht ganz (etwa 2° fehlten) bis zur Wega emporreichte. Die Helligkeit nahm wieder zu, und reichte bald bis Wega. Um 7¼ Uhr hatte das Segment wieder einen Umfang von 90°, und reichte bis zur Höhe von Mizar. Die Mitte lag zwischen η des grofsen Bären und Wega.

Um 8 Uhr umspannen zwei schöne Bogen den nördlichen Horizont. Der untere geht etwa 2° über Wega hin; der höhere, breitere geht durch η vom grofsen Bären, und die Mitte erreicht eine Höhe von 23° fast genau im magnetischen Norden. Um 8¼ Uhr sind die Bögen breiter geworden und höher gestiegen, ihre Umrisse sind verwaschener. Die Höhe des oberen Bogens beträgt jetzt 26°, die Spannung desselben 146°, und reicht auf beiden Seiten gleich weit vom magnetischen Norden hinaus. Um 8½ Uhr hatten sich die Bögen in senkrecht auf dem Horizonte stehende Strahlen aufgelöst, die röthlich, bläulich und weifslich gefärbt waren. Die Helligkeit war sehr beträchtlich, ungefähr wie beim aufgehenden Vollmond. Die ganze Erscheinung hatte ihr Maximum erreicht. Die Streifen steigen hoch bis zum Polarstern empor. Nach

Berlin, der in Westen aufsteigende Lichtbogen gesehen; da er in Elberfeld schon vor 6 Uhr hätte erscheinen müssen. P.

5 Minuten nimmt die Helligkeit stark ab. Wieder nach 5 Minuten ist die vorige Helligkeit wieder da. Die Streifen gehen jetzt um den Polarstern herum hoch über ihn empor. Im Nordosten ist der Himmel dunkelroth, im Nordwesten mehr hell, die Streifen sind vorzugsweise in mittlerer Höhe roth gefärbt. Ein stark gerötheter Streifen geht durch den grofsen Bären. Die ganze Erscheinung hat sich etwas nach Osten hingezogen, doch bleibt die lichteste Stelle im magnetischen Norden stehen. Es ist mit einigen Abwechslungen noch immer so hell, wie beim aufgehenden Mond. Um 8¾ Uhr hat der Umfang des Nordlichts bis auf 110° bei 120° abgenommen. In der Mitte stehen noch einzelne senkrechte Streifen. Die Helligkeit ist auf die einer nördlichen Dämmerung in einer Sommernacht für unsere Breiten herabgesunken. Um 9 Uhr sind die Streifen kaum noch bemerklich; die Helligkeit hat wenig abgenommen. Zehn Minuten später hatte sich wieder ein sehr kenntlicher Bogen gebildet, dessen Mitte 10° hoch stand; über ihm lagert noch ein lichter Nebel mit Spuren von Streifen. Um 9¼ Uhr hat das lichte Segment eine Ausdehnung von 80° und eine Höhe von 14° bis 15°. Eine halbe Stunde später steht im Norden ein breiter lichter Bogen von 12° Höhe. Um 10¼ Uhr steht der Hauptbogen 11° hoch; aber über ihm liegt noch ein lichter Nebel bis zur Höhe von etwa 20°, die Helligkeit hat abgenommen. Um 10¾ Uhr steht ein breiter, ziemlich heller Bogen von 14° Höhe und 100° bis 110° Ausdehnung im Norden; unter ihm ist der Himmel wieder dunkel. Um 12 Uhr ist der Himmel ziemlich hell in Norden. Es ist kein Bogen mehr kenntlich; aber es bilden sich jetzt wieder aufwärtsreichende Strahlen, die 15° bis 20° emporsteigen. Besonders zeichnet sich eine Strahlengruppe genau im geographischen Norden aus; ein anderer Strahlenbündel reicht bis zur Cassiopeja empor.

Hier wurde die Beobachtung abgebrochen. Der Him-

mel war den ganzen Abend hindurch sehr heiter. Zitternde Bewegungen in dem Lichte wurden nicht wahrgenommen. Alle Bildungen von Strahlen und Bögen, die sich gegenseitig auflösten, geschahen ruhig ohne schnelle und plötzliche Bewegungen.

Hr. Prof. Bischoff beobachtete das Nordlicht in *Burgbrohl*, 6 Stunden von Bonn, 1½ Stunde vom Rhein und eben so weit vom *Laacher* See. Der Ort liegt in einem fast genau von West nach Ost streichenden, tief eingeschnittenen, also von hohen Bergen umgebenen Querthale des Rheins, und gewährt deshalb nur eine beschränkte Aussicht auf den Horizont. Aus diesem Grunde konnte hier auch nur das wahrgenommen werden, was mehr nach dem Zenith hin vorging. Der merkwürdigste Umstand in der Beobachtung des Hrn. Prof. Bischoff scheint mir der zu seyn, dafs kurz nach 8½ Uhr rothe Lichtstreifen, die in ihrer Lage und Bewegung eine grofse Mannigfaltigkeit zeigten, gegen das Zenith convergirten, und sich hier vereinigten. Diese letztere Anordnung, sagt der Beobachter in seinem Schreiben an mich, war die schönste Erscheinung. Der Wechsel zwischen dem Roth und dem dunkelen Blau des Himmels war in der That ein prachtvoller Anblick, und hatte die gröfste Aehnlichkeit mit dem Strömen der Elektricität im luftverdünnten Raum. Endlich verschwanden diese rothen Streifen, und es blieb nur noch eine hochrothe Wolke im grofsen Bär zurück, welche sich bis auf den Horizont herabsenkte. Zu gleicher Zeit stieg aus dem Horizont an derselben Stelle, wo ich vor zwei Stunden den östlichen Anfang des Lichtbogens bemerkt hatte, eine lichte Wolke auf, welche etwas heller als die Milchstrafse in sehr heiteren Nächten erschien; sie beschrieb einen Bogen, dessen Culminationspunkt das Zenith nicht ganz erreichte, und verlor sich gegen Westen unter dem Horizont. Die Geschwindig-

keit, mit der diese Wolke den Himmel durchlief, war sehr groſs; denn kaum in 5 Minuten hatte sie diesen Bogen beschrieben. Hierauf nahm die rothe Färbung im groſsen Bären immer mehr ab, und verschwand um 9 Uhr gänzlich. Die Dauer dieser Erscheinung mochte also etwas über eine halbe Stunde betragen haben. Zur Zeit dieser Erscheinungen war es vollkommen windstill und der Himmel durchaus wolkenfrei.

Das Phänomen wurde übrigens auch in *Cöln, Coblenz, Andernach*, *Mayen*, *Remagen* und andern Orten dieser Gegend wahrgenommen.

In *Utrecht* ist das Nordlicht offenbar sehr ausgezeichnet gewesen, wie aus Hrn. Prof. Moll's Bericht, im *Journ. of the Royal Instit. No. III. p.* 519., hervorgeht. Zu bedauern ist nur, daſs die Beschreibung dieses Physikers nicht so detaillirt und mit steter Angabe der Zeit versehen ist, wie die aus Elberfeld, sonst würde sie einen interessanten Vergleich mit den an letzterem Ort gemachten Beobachtungen dargeboten haben. Folgendes ist ein Auszug aus den Utrechter Beobachtungen.

Am 7. Januar zwischen 6 und 10 Uhr Abends hatten wir hier, heiſst es in denselben, das überraschende Schauspiel eines sehr schönen Nordlichts. Der Himmel war sehr rein und klar, und die Sterne funkelten ungewöhnlich stark. Die Cassiopeja stand nahe am Zenith, der Orion stieg in aller seiner Pracht gegen den Meridian herauf, Prokyon leuchtete im Osten, während die Leyer und der Schwan gegen den nordwestlichen Horizont hinabsanken. Nach mehrtägigem Thauwetter hatte sich ein gelinder Frost eingestellt, der während des Nordlichts bis 26° und 24° F. ging. Die Luft war ruhig, bis auf einen sehr schwachen Zug aus SO.

Von Südwest bis Nordost stand ein heller Bogen, der etwa 10° bis 12° breit war, und etwas nordwärts

von den Plejaden durch das Zenith ging. Sein Licht war weifs und überall gleichförmig. Kurz nachher sprang gegen die Nordseite diesesBogens ein ihm ähnlicher zweiter auf. Von Südwest gen Nordost stieg eine Lichtsäule in schiefer Richtung auf, und eine ähnliche bildete sich im Zenith. Diese drei Säulen vereinigten sich, und so erleuchtete den Himmel ein doppelter Bogen von unvergleichlicher Schönheit, dessen immerwährendes Flimmern ein höchst aufserordentliches Schauspiel darbot. Südlich von diesem Bogen, in der Gegend des Himmels, wo damals der Orion stand, ein wenig unterhalb γ und α dieses Gestirns, in der Nähe des Adlers und Delphins, war der Himmel dunkelblau, und der Orion, welcher auf diesem dunkeln Grund funkelte, stach gegen das weifse Licht des leuchtenden Bogens herrlich ab. Dieser Bogen dauerte nur wenige Minuten; er begann dort zuerst zu erlöschen, wo er zuerst entstanden war. Im Nordwesten war die Luft erhellt, wie bei der Dämmerung in Sommernächten.

Als der Verfasser sich in's Freie begab, wo der Horizont nicht von Gebäuden beschränkt wurde, erblickte er im Norden den gewöhnlichen Lichtbogen, und darunter das dunkele Segment; dieses erstreckte sich bis zum Schwanz des grofsen Bären, und in seiner Mitte stand Vega. Es war nicht so dunkel, wie es gewöhnlich beschrieben wird. Aus dem Bogen schossen zitternde weifse Lichtsäulen hervor, von denen einige das Zenith erreichten. Die Räume zwischen den Säulen waren oft von schön rosenrother Farbe. Nach einer halben Stunde hörte das Strahlenschiefsen auf, der Bogen fuhr indefs fort mit einem sanften Lichte zu glänzen.

Gegen 9 Uhr entfaltete sich das schöne Schauspiel der sogenannten Nordlichtskrone (*Pavilion*). Vom Zenith gingen in prächtiger Folge grofse und breite flammenähnliche Streifen herab nach Südwest, Nordost, Nordost und Nordwest. Der Anblick war über alle Beschreibung grofsartig und herrlich. Der nordwestliche Theil

des Himmels flimmerte nun mit glühend rothem und fortwährend sich veränderndem Lichte.

Während der lebhaften und plötzlichen Veränderungen dieser leuchtenden Streifen, stieg eine einzige wolkenähnliche Lichtmasse von Nordost zum Zenith herauf, ging rasch neben den Plejaden vorbei und verschwand in Südost. Diese Lichtmasse, durch welche man die Sterne sehen konnte, war vorne rund und hinten mit einem flammenden zugespitzten Schweif versehen. Diese sehr auffallende Erscheinung war nur von kurzer Dauer.

Auch die Krone hatte nur einen kurzen Bestand. Gegen 10 Uhr war bloſs noch der Lichtbogen im Nordwesten zu sehen; er blieb noch einige Stunden stehen, und dann trat die gewöhnliche Dunkelheit der Nacht wieder ein.

In Frankreich, namentlich in Paris, ist das Meteor von mehreren Personen beobachtet worden. Was indeſs bis jetzt zur Oeffentlichkeit gelangt ist, beschränkt sich auf einen von Hrn. Peyré, Professor an der Militairschule zu *Versailles*, an Hrn. Arago übersandten Bericht, welchen dieser, nebst seinen eigenen an der Magnetnadel gemachten Beobachtungen, von denen weiterhin die Rede seyn wird, in der Pariser Academie vorgelesen hat. Die im *National* vom 12. Jan. d. J. mitgetheilten Verhandlungen der Academie enthalten von Hrn. Peyré's Bericht Folgendes:

Dieser Physiker nahm zuerst gegen 6 Uhr eine schwache Helligkeit über den Häusern gewahr. Einige Augenblicke hernach bemerkte derselbe am Horizont ein dunkles Segment, dessen höchster Punkt im magnetischen Meridian lag. Den Rand dieses Segments umsäumten *drei* nicht sehr breite Bogen, von denen zwei weiſslich und

sehr

einer sehr dunkel waren *). Der äufsere helle Bogen war breiter und verwaschener als der andere; er reichte bis zum letzten Stern im Schwanz des grofsen Bären. Um 6^h 50′ wurde die Mitte des innern Bogens weit heller, und seine sämmtlichen Dimensionen vergröfserten sich etwas. Ein heller schmaler Streifen (*langue*) bildete sich im magnetischen Meridian, ein anderer breiterer und schwächerer etwas nördlich von der Leier, und ein dritter, diesem ähnlicher, ging durch den Schwanz des Schwans. Sie waren einander vollkommen parallel und folglich nicht sämmtlich auf das Zenith gerichtet. Um 7 Uhr umspannte die Sehne des dunkeln Segments, das gestiegen war, einen rechten Winkel. Der äufsere Lichtbogen war schwächer, der innere heller geworden, die Lichtsäulen (*langues ou doigts*) waren verschwunden. Um 7^h 5′ umgab den dunkeln Kreisabschnitt eine helle Zone, auf welche eine weit schwächere folgte. Um 7^h 10′ theilte sich die äufsere Zone in zwei andere, eine innere dunkele und eine bleiche. Das Segment vergröfserte sich. Mehrere ähnliche Abwechslungen folgten einander. Um 8 Uhr reichte das äufsere Licht bis zum Viereck des grofsen Bären und bis zur kleinen Seite des Kreuzes im Schwan, zugleich war es heller geworden. Zu beiden Seiten des magnetischen Meridians und auf dem innern Lichtbogen bildeten sich hellere Räume, die sich parallel dem Horizont erhoben. Um 8¼ U. bildeten sich drei rothe Flecke, einer im Meridian, einer zur Rechten und einer zur Linken desselben; sie waren durch grüne Räume von einander getrennt. Auf dem rothen Fleck im Meridian entstand ein weifsliches Wölkchen, und lief ziemlich schnell nach Westen, dabei den Kreisbogen beschreibend, auf dem sich das Viereck des grofsen Bären befand. Diefs Wölkchen verlor sich unter dem Roth, welches westlich vom Meridian lag. In dieser Epoche hatte das Phäno-

*) So ist wohl der Sinn des Satzes: *entouré par trois arcs peu larges dont deux étaient blanchâtre et très obscurs.* P.

men seine glänzendste Ausbildung erreicht. Mehr oder weniger lange und grünliche Säulen (*doigts*) folgten rasch auf einander, und gewöhnlich waren sie unter sich parallel. Auf jeder derselben und auf dem inneren Theil des äufseren Bogens bildete sich eine, zuweilen sehr lebhaft rothe Wolke. Bald darauf verschwanden die Wolke und die Streifen, die meist einander parallel waren. Gegen 9 Uhr war alles Roth fast gänzlich verschwunden. Gegen 10 Uhr schien das Phänomen abzunehmen und dabei dieselben Abstufungen zu durchlaufen, wie bei seinem Entstehen. Indefs schien das Licht im Allgemeinen intensiver zu seyn, und um $10\frac{1}{2}$ Uhr war es noch stark genug, um Körper Schatten werfen zu lassen. Um diese Zeit war der Lichtbogen um das dunkele Segment blafsgrün, weifslich und heller als je. Die Punkte, wo der Lichtbogen den Horizont schnitt, lagen 125° aus einander, und sein im magnetischen Meridian befindlicher Scheitel hatte, einer Schätzung nach, eine Höhe von 12°. Um 11 Uhr war der hellere Theil erlöscht, und der übriggebliebene war an seinem Rande auf eine sehr unregelmäfsige Weise zerrissen. Es entstanden dadurch verschieden grofse und gebogene Guirlanden, und abwechselnd dunkele und helle Streifen (*doigts*), von verschiedener Länge, und von fast paralleler Lage mit einander. Auf dem Rande des Segments bildeten sich kleine längliche Lichtwolken, die in jedem Augenblick ihren Ort änderten und in horizontaler Richtung zu tanzen schienen. Als diese Bewegung aufhörte erschien im Westen, auf dem Lichtbogen und nahe am Horizont, ein glänzender blafsgrüner Fleck, dessen oberer Theil, jenseits des Lichtbogens, deutlich roth wurde; er verschwand bald, und nun wurde der ganze äufsere Theil des Lichtbogens dunkelroth. Es fingen wieder an Lichtsäulen sich zu zeigen, und auf jeder derselben röthliche Wolken. Die Säulen entsprangen nicht alle auf einem und demselben Bogen. Um $11\frac{1}{2}$ Uhr war der kreisförmige Schein blafs grünlich;

Roth sah man fast an keinem Orte mehr. Die Lichtsäulen (*doigts*), welche sich noch bildeten, waren nur undeutlich. Das dunkele Segment war schärfer begränzt und dunkler. Um Mitternacht hatten alle Dimensionen merklich abgenommen, und eine halbe Stunde später schien das Phänomen langsam zu erlöschen.

Von *England* her sind mir nur aus den südlichen Theilen Nachrichten über das Nordlicht vom 7. Jan. zugekommen, in den nördlichen scheint bedeckter Himmel die Beobachtung gehindert zu haben. Am ausführlichsten ist dasselbe von Hrn. Burney *) in *Gosport* und von Hrn. Sturgeon **) in *Woolwich* beobachtet.

In *Gosport*, am Kanal, erschien um 5¼ Uhr am nordwestlichen Horizont ein Lichtbogen von 10° Höhe und 70° Weite, der fortwährend an Helligkeit zunahm, und um 5½ Uhr schon eine Weite von 155° besafs, nämlich mit einem Fufs genau im Westen und mit dem andern 55° östlich vom Meridian stand. Nun schofs ein heller feuerfarbener, regenbogenartiger, und am oberen Rande sehr gut begränzter Bogen (*arch*) von 3 bis 4 Grad Breite von dem krummen Saum des Nordlichts bis zu einer Höhe von 35° auf. Während er anscheinend still stand, bildete sich etwa 10° südlich vom Zenith ein schöner noch glänzenderer regenbogenartiger Bogen dadurch, dafs plötzlich von ONO. und SSW. Streifen aufstiegen und sich im Zenith begegneten.

Um 5^h 35' theilte sich der letztere Bogen, der an einigen Stellen vier, an andern sechs Grad breit war, etwas östlich von seinem Scheitel, und die langen Streifen, aus denen er bestand, gingen in sehr hellen Stücken, die leuchtenden Wolken glichen, langsam nach Süden, zwei der-

*) *Philosoph. Magaz. and Annals, Vol. IX. p.* 233.

**) Ebendaselbst p. 127.

farben, Carmoisinroth, Grün und Purpurfarben hindurchliefen. Diefs über einen so grofsen Theil des Himmels ausgebreitete Schauspiel war schauerlich grofs und erhaben, besonders im Gegensatz zu der reinen Bläue und den funkelnten Gestirnen des südlichen Himmels. Um 7^h 50' hatte das Nordlicht seine gröfste Ausbildung erreicht.

Um 7^h 55' stieg ein regenbogenartiger Bogen im Osten auf, ging quer über den Himmel in südlicher Richtung, und entfaltete dabei mehrere prismatische Farben. Bald nach 8 Uhr zeigte sich am und nahe über dem Horizont, auf mehrere Grade zu beiden Seiten des magnetischen Nords, ein grofser dunkler Raum, und das noch über dem Horizont stehende eigentliche Nordlicht wurde schwächer. Um 9 Uhr stieg dasselbe wiederum, abermals von allen Theilen des Bogens grofse und wie vorhin farbenspielende Säulen ausschickend.

Um $10\frac{3}{4}$ Uhr stiegen abermals aus diesen Bogen 12 bis 14 glühende Säulen auf, von denen einige durch das Zenith gingen, und zugleich bildete sich 10° über dem Nordlicht ein vollkommen rother regenbogenartiger Bogen. Um 11 Uhr stieg von dort ein anderer $3\frac{1}{2}$ Grad breiter Bogen auf, ging durch den Widder, Cassiopeja, den kleinen Bären und das Viereck des grofsen Bären, erreichte bald das Zenith und erlöschte dann allmälig.

Um $11\frac{1}{2}$ Uhr fing der Nordlichtbogen allmälig an hinabzusinken und stieg hernach nicht wieder. Fünf Minuten vor 12 Uhr ging eine glänzende Sternschnuppe (Meteor), die einzige in dieser Nacht beobachtete, unter dem grofsen Bären hinweg. Um 1 Uhr hatte der Scheitelpunkt des Bogens nur noch eine Höhe von 6 bis 7 Grad; doch stiegen noch bis gegen 2 Uhr, wo die Beobachtung geschlossen wurde, hin und wieder helle Corruscationen auf.

Alle Bogen, die aus vom Horizont aufsteigenden Streifen gebildet wurden, hatten ihre Scheitel bis auf ein oder

zwei Grad im magnetischen Norden liegen, und bei ihrem Fortrücken nach Süden blieben sie einander parallel.

Das Licht des Nordlichts in seiner höchsten Ausbildung war ungefähr dem des Mondes gleich, der durch eine sehr dünne Wolke scheint. Der Glanz desselben war so stark, dafs die Sterne des grofsen Bären fast ganz unwahrnehmbar wurden.

Seit 20 Jahren hatte man, nach Hrn. Burney, kein so glänzendes Nordlicht in *Gosport* gesehen.

In *Woolwich* begann das Nordlicht, Hrn. Sturgeon's Berichte zufolge, mit Einbruch des Abends. Um 5½ Uhr war es deutlich sichtbar als ein gelblichweifser Lichtbogen, der am nördlichen Horizont ein dunkeles Segment umsäumte. So wie die Dunkelheit zunahm, wurde es glänzender, und von Zeit zu Zeit schossen Lichtsäulen (*flashes of light*) von dem ruhig leuchtenden Bogen empor. Um 6½ Uhr entstand in gröfserer Höhe ein zweiter, anscheinend mit dem ersten concentrischer Bogen, der während der ganzen Zeit des Schauspiels stehen blieb. Beide Bogen waren von nun an oft sehr schlecht begränzt, bald breiter, bald schmäler, und verloren sich, besonders an ihrem oberen Rande, durch sanft aufsteigende züngelnde Streifen in den darüber befindlichen dunkelen Raum. Zwischen den beiden hellen Bogen spielten diese Streifen unaufhörlich, und die von der convexen Seite des unteren Bogens aufsteigenden schienen zuweilen beide Bögen zu einer verworrenen Lichtmasse zu vereinigen, jedoch niemals bis zu dem Grade, dafs man sie nicht noch mit dem Auge hätte unterscheiden können. Zwischen 9 und 10 Uhr war der obere Bogen von 20° bis etwa 24° heraufgerückt, höher aber stieg er niemals. Gleichzeitig hob sich auch der innere oder untere Bogen, anscheinend in demselben Verhältnifs, so dafs der Zwischenraum beider, der, von ihren hellsten Thei-

len gezählt, etwa 10° betrug, beinahe die ganze Zeit hindurch unverändert gleich blieb. Die Enden dieser Bögen reichten niemals ganz bis zum Horizont hinab, sondern verloren sich in einem dunkelen Raum, der einer dicken Wolke glich, wiewohl der Himmel sonst überall vollkommen klar war. Diese Erscheinung zeigte sich besonders an den östlichen Armen, welche sich in verschienen Höhen verloren. Die westlichen Arme konnten wegen der Strafsenbeleuchtung von London, die den Horizont erhellte, nicht so weit hinab beobachtet werden. Der Scheitel dieser Bögen schien auch Hrn. St. im magnetischen Meridian zu liegen.

Um 9½ Uhr nahm das Nordlicht an Glanz zu, und es schossen von dem äufseren Bogen schöne breite Streifen gleich Radien bis nahe zum Zenith empor. Um 9¾ U. stieg vom östlichen Theile des äufseren Bogens ein ungeheurer Lichtstreif auf, der durch die beiden grofsen Sterne im Schwanz des grofsen Bären ging, und in einem Augenblick einen Bogen von 100° beschrieb. Dieser Streif schritt nicht undulatorisch vor, sondern allmälig und stetig, so dafs seine ganze Bahn etwa eine Minute lang mit einem ruhigen schwachen Lichte glänzte. Dann fing er an in seiner ganzen Länge gleichzeitig schwächer zu werden und bald gänzlich zu erlöschen. Um diese Zeit schossen von verschiedenen Theilen des centralen Nordlichts undulatorische Streifen auf; auch erglühten zuweilen, doch nicht häufig, in dem dunkelen Segmente Streifen von wellendem Lichte, die wegen der Dunkelheit, von der sie umgeben waren, heller erschienen als die vom oberen Rand des Bogens aufsteigenden.

Um 10¼ U. stiegen vom westlichen Rand des oberen Bogens schöne Lichtstreifen auf, von denen einige sich schon in geringer Entfernung verloren, andere aber erstaunlich weit, über den Planeten Mars hinaus, fortschossen, übrigens wie der vorhin erwähnte sehr bald erlöschten. Hierauf hörte das Strahlenschiefsen auf, und

es blieben nur die beiden concentrischen Bögen, von denen sich wenige schwache Flammen erhoben.

Um $10\frac{1}{2}$ Uhr begann das Nordlicht abermals von seinem östlichen Rande vier ungeheuer grofse Streifen auszusenden. Sie waren durch dunkele Zwischenräume geschieden, vermischten sich aber bald zu einem ruhigen gleichförmigen Lichtfelde. Auch vom westlichen Rande stiegen solche bald in einander fliefsende Streifen auf, wodurch dann fast die Hälfte des Himmels gleichförmig erhellt wurde. Diefs Licht verschwand indefs allmälig, und nun entstanden wieder Streifen, aber von geringerer Gröfse. Um 11 Uhr ging ein gelblicher wolkenähnlicher Streif in horizontaler Richtung nach Ost. Einen Augenblick hernach stieg an der östlichen Seite ein Streifen auf, der durch den Meridian ging, und zwischen Aldebaran und den Plejaden erlöschte. Um diese Zeit wurden die undulatorischen Streifen sehr schön und grofs; sie entstanden überall am nördlichen Himmel, von Nordost bis Nordwest, und stiegen fast bis zum Zenith empor. Flammen, die hin und wieder dazwischen aufflackerten, erhöhten noch die Schönheit des Schauspiels. Einige Augenblicke hernach verschwanden die Corruscationen, und machten einem verworrenen schwachen Lichte Platz. Nun verschwand plötzlich das dunkele Segment, und zum ersten Male seit dem Untergang der Sonne wurde der nördliche Horizont von einem hellen Lichte erleuchtet. Bald darauf schofs von Ost nach West in schief herabgehender Richtung ein grofser dunkler Streif quer durch den Mittelpunkt des Nordlichts, von dessen oberen Rande jetzt auch helle Corruscationen in rascher Folge aufstiegen.

Um $11\frac{1}{4}$ Uhr war das dunkele Segment wieder hergestellt, und von seinem äufseren Rande, der, wie vorhin, von einem ruhigen Lichte umsäumt wurde, stiegen einige sehr helle Streifen auf. Um $11\frac{1}{2}$ Uhr wurden diese weniger häufig, und der Kern zeigte sich schlechter begränzt. Es blieb indefs eine helle Lichtcurve stehen, die

zuweilen züngelnde Streifen ausschickte, und sich jetzt mehr als früher dem Nordpunkte zu nähern schien. Der Mittelpunkt des dunkelen Segments stand fortwährend im magnetischen Meridian. Von 12 Uhr ab begab sich nichts Bemerkenswerthes mehr.

Hr. St. fügt noch hinzu, dafs die Streifen aufser der verticalen Richtung, in welcher sie aufschossen, auch noch eine horizontale Bewegung von Ost nach West besafsen, und dafs, wenn mehrere Streifen hinter einander entstanden, die östlicheren immer die früheren waren. Eine Sternschnuppe, die um 10 Uhr durch das Nordlicht fiel, hatte ebenfalls eine westliche Richtung.

Von Erscheinungen am südlichen Himmel ist in dieser Beschreibung nicht die Rede; Hr. Sturgeon sagt nur, dafs nach $10\frac{1}{2}$ Uhr, wo in dem Strahlenschiefsen eine Pause eintrat, die Sterne daselbst in aller ihrer Pracht sichtbar waren. Indefs sah Hr. Christie *) um 5^h 30′ zu *Blackheath*, eine englische Viertelmeile südwestlich von *Greenwich* (also in geringer Entfernung von *Woolwich*), in Südost und in Südwest, etwas über dem Horizont, zwei Lichtsäulen aufsteigen, die einander entgegen zogen, und bald einen geschlossenen Bogen bildeten, dessen Scheitelpunkt, über den Mars hinweggehend, etwa eine Höhe von 45° über dem *südlichen* Horizont besafs. Dieser mit weifsem Lichte stark glänzende Bogen hatte etwa 5° Breite, war oben schwächer als unten begränzt und etwa eine Viertelstunde sichtbar.

In *Heron Court* (50° 47′ N. Br. und 1° 50′ L. W. von Greenwich) sah Hr. Harris **) um 5^h 30′, also um dieselbe Zeit, im *Norden* einen weifslichen Bogen von 55° Höhe. Hr. Christie hat, in der Voraussetzung, dafs dieser und der von ihm gesehene Bogen identisch seyen, versucht die Höhe desselben über der Erdoberfläche zu

*) *Journal of the Royal Institut. No II, p.* 262.

**) Ebendaselbst No. III, p. 522.

berechnen *). Seiner Schätzung nach ging für seinen Standpunkt, *Blackhead* (51° 28′ N. Br. und 0° L. von Greenwich), der Bogen etwa 1° 30′ unterhalb des Planeten Mars, dessen Erhebung 46° betrug, hinweg, so dafs er eine Höhe von 44° 30′ über dem südlichen Horizont gehabt haben würde. Er berechnet nun die Höhe in den drei Voraussetzungen, dafs der Bogen senkrecht stand auf dem astronomischen Meridian, 2) auf dem durch den Planeten Mars gelegten Verticalkreis (13° östl.) und 3) auf dem magnetischen Meridian.

In der ersten Annahme findet er für die Höhe des Bogens über der Erdoberfläche 25,7 englische Meilen, in der zweiten 14,86, und in der dritten 4,9. Die aufserordentliche Differenz zwischen diesen Resultaten kann wohl nicht befremden, wenn man erwägt, auf welcher unzuverlässigen und zum Theil willkührlichen Grundlage die Rechnungen beruhen **).

Hr. Chr. ist indefs geneigt, dafs letztere Resultat für das wahrscheinlichere zu halten, da ihm die Berechnung eines später erschienenen Bogens einen fast gleichen Werth für die Höhe gab. Um 10 Uhr sah nämlich Hr. Harris im Norden einen Bogen, dessen unterer Rand, seiner Schätzung nach, eine Höhe von 20° hatte. Dagegen sah Hr. Chr. um 9h 50′ im Norden drei concentrische Bögen, von denen der untere Rand des höchsten, so weit er sich einige Tage hernach erinnerte, eine Höhe

*) *Journal of the Royal Institut. No. III. p.* 525.

**) Es scheint mir auch unter andern gar nicht erwiesen, dafs Hr. Christie und Hr. Harris einen und denselben Theil des Meteors sahen. Hr. Christie sagt zwar, wie hier im Text angegeben ist, dafs Hr. H. einen weifsen Bogen beobachtet habe; allein H. selbst spricht, an der angeführten Stelle, nur von einer weifsen Wolke, die über dem nördlichen Horizont eine Höhe von 55° gehabt habe. Ganz anders würde das Resultat der Rechnung ausgefallen seyn, wenn Hr. Chr. angenommen hätte, der Bogen, welcher, offenbar auch kurz nach 5h 30′, in *Gosport* südlich vom Zenith hinweg ging, sey mit dem von ihm gesehenen identisch gewesen. *P.*

von 50° besafs *). In der Annahme, dafs es der höchste dieser drei Bögen war, den Hr. Harris sah, findet er die Höhe desselben über der Erde zu 4,7 engl. Meilen.

Welches Vertrauen man auch in die Resultate dieser Rechnungen setzen möge, so viel scheint mir gewifs, dafs das Meteor keine sehr grofse Höhe gehabt habe, denn sonst müfsten die Beobachtungen an verschiedenen Orten weit mehr mit einander übereinstimmen, als es der Fall ist. Die Verschiedenheit der Berichte von *Versailles, Gosport* und *Woolwich*, Orten, die doch nicht so sehr weit aus einander liegen, und wo man, wie es scheint, mit gleicher Sorgfalt beobachtete, ist mir nur dadurch erklärlich, dafs die drei Beobachter wirklich nicht immer identische Erscheinungen wahrnahmen. Damit Jeder den Vergleich selbst anstellen könne, habe ich die Berichte von den genannten Orten ausführlich mitgetheilt.

Aus *Schweden* habe ich durch die Güte des Herrn Prof. Rudberg mehrere Berichte erhalten, die zwar nicht sehr in's Einzelne gehen, dafür aber den wichtigen Umstand kennen lehren, dafs dort das Meteor nur schwach am nördlichen, hauptsächlich aber am *südlichen* Himmel wahrgenommen wurde. Die Richtigkeit dieser Thatsache wird durch zwei wohlunterrichtete und sehr glaubwürdige Zeugen verbürgt, durch Hrn. Dr. Svanberg, Observator an der Sternwarte in *Upsala*, und durch Hrn. Prof. Rud-

*) Im zweiten Hefte des *Journ. of the Roy Instit.*, wo Hr. Chr. seine Beobachtungen mittheilt, werden die drei concentrischen Bögen unter dem 8. Jan. angeführt. Aus dem Zusammenhang der ganzen Beschreibung scheint indefs hervorzugehen, dafs Alles, was hier als Beobachtung vom 8. Jan: steht, am 7. Jan. wahrgenommen wurde. Es wäre sonst auch unerklärlich, wie Hr. Chr. im dritten Hefte der genannten Zeitschrift auf jene Beobachtung eine Rechnung gründen könnte. P.

berg selbst, der sich damals in *Stockholm* aufhielt. Die übrigen Berichte sind aus schwedischen Zeitungen entnommen.

In *Upsala* wurde der Anfang des Nordlichts nicht beobachtet. Als ich, sagt der Dr. Svanberg, dasselbe um 6^h 20′ am Horizont wahrnahm, waren kaum einige Spuren von ihm im Norden sichtbar. Dagegen zeigte es sich in seinem vollen Glanze am südlichen Himmel, wo eine gleichfarbig rothe Säule stand, die in WSW. den Horizont berührte, und unten eine Breite von etwa 20° hatte. Durch die Endspitze dieser Säule, wie durch die Spitzen der Säulen, die zugleich von Westen und Süden nach oben zusammenliefen, bildete sich schon um 6^h 25′ deutlich die sogenannte Corona. Dieselbe war dem Stern Alamak sehr nahe, und hatte folglich eine Höhe von $71^\circ \frac{1}{3}$ und ein Azimuth von 13°. Diese Lage stimmt ziemlich wohl mit dem bei andern Nordlichtern beobachteten merkwürdigen Umstand überein, dafs die Corona sich an derjenigen Stelle des Himmels, wohin die Neigungsnadel zeigt, bildet. Zufolge einer ungefähren Bestimmung war nämlich im vorigen Jahre in Upsala die Declination der Magnetnadel $= 14^\circ$ und die Inclination $= 72^\circ$.

Die Corona hatte indefs im eigentlichen Sinne nur eine augenblickliche Existenz. Bei ihrem Verschwinden wurden die vorher zusammenlaufenden Strahlen gleichsam von oben und unten abgeschnitten, wodurch ein heller Bogen entstand, der in der Mitte 6° bis 7° breit war, und durch den oberen Theil des Pegasus, durch die Andromeda, unter dem Medusenhaupt hinweg und durch den Fuhrmann ging. Dieser Bogen besafs, wie es auch bei andern Gelegenheiten der Fall war, eine Krümmung an der Stelle, welche früher die Corona eingenommen hatte *).

*) An der Stelle der Krümmung befand sich, was ich auch sonst schon gesehen hatte, ein länglicher Nimbus, der stärker als der übrige Theil des Bogens glänzte. Der obere Rand des Bogens

Er blieb ohne Veränderung in seiner Form eine Zeit lang
stehen, während dessen das Strahlenschiefsen unaufhör-
lich fortdauerte. Der Wind wehte schwach aus WNW.

In *Stockholm* hatte Hr. Prof. Rudberg nur einige
ugenblicke um 6½ Uhr Gelegenheit das Nordlicht zu
obachten. Gegen Norden, sagt derselbe in seinem Briefe
mich, war nur hier und da ein sehr schwaches schim-
erndes Licht zu sehen, am *südlichen* Himmel aber zeigte
h am Rande einer dunkelen Wolke ein heller stark
uchtender Bogen, dessen Scheitelpunkt etwa eine Höhe
n 20° bis 30° über dem Horizont besafs. Der Rand
eser Wolke und auch die helle Zone, die diesem Rand
berall folgte, ganz wie wenn tief hinter den Wolken
n äufserst starkes Licht befindlich wäre, erschienen sehr
harf begränzt, regelmäfsig gebildet, und in einer und
rselben gegen den Horizont geneigten Ebene zu lie-
en. Zur Zeit, als ich die Erscheinung beobachtete, gin-
en von diesem Bogen keine Lichtsäulen, sondern nur
ackernde Lichtwellen aus.

Im Kirchspiel *Lirbeck* (58° 54′ Nördliche Breite)
var um 6 Uhr Abends der *südliche* Himmel ziemlich stark
rleuchtet. Am meisten wurde die Aufmerksamkeit Aller
uf eine Menge glänzender Strahlen gerichtet, welche von
inem festen Punkte einige Grade südlich vom Zenith
leichsam wie Radien nach allen Seiten hin ausliefen.
Besonders ausgezeichnet darunter waren zwei, welche
ganz zum Horizont hinunter liefen, einer nach Westen,
der andere nach Osten, da sie mit einem unbeschreiblich
schönen purpurfarbenen Lichte glänzten. Diefs Schau-
spiel dauerte, ohne irgend eine andere Veränderung, als
eine lebhafte Bewegung der Strahlen, bis 8 Uhr. Um
diese Zeit aber begann das Licht am südlichen Himmel
abzunehmen, und neue stärkere Lichtmassen stiegen von
dem nördlichen auf. Um 10 Uhr war das Licht im Sü-

lag, wie bei dem Nordlichte vom 7. Dec. vorigen Jahres, etwa
7° von der Stelle der Corona entfernt.

den ganz verschwunden. Die Flammen im Norden flakkerten nun mit dem lebhaftesten Glanz. Die Strahlen in der Nähe des Zeniths wechselten noch ab, aber mit schwächerem Lichte. Um Mitternacht wurde der ganze Himmel von Wolken bedeckt.

Von *Kila*, einem Kirchspielsort in der Provinz *Wermland*, berichteten die schwedischen Zeitungen Folgendes. Ein höchst ungewöhnliches Nordlicht war hier um 6 ¼ Uhr des Abends sichtbar. Der nördliche Himmel war mit einem Wolkenbett bedeckt, von welchem, wie gewöhnlich, Strahlen in Menge ausgingen. Am südlichen Himmel stand ebenfalls ein dunkeler Wolkengrund, und über diesem ein heller Nimbus, von gleicher Farbe mit dem Lichte im Norden. Durch die Mitte des Himmels, doch etwas südlich vom Zenith, ging, vom östlichen zum westlichen Horizont, ein Bogen, der mit der schönsten Abendroth-Farbe prangte. Dieser Bogen war an den Enden doppelt so breit wie ein gewöhnlicher Regenbogen, in der Mitte aber schmäler, und hier hatte er eine strahlende Glorie von gleicher Farbe mit der des Bogens, doch etwas feuergelblicher und heller. Die Strahlen der Glorie waren ganz kurz. Der Bogen blieb, ohne merkliche Veränderung, eine halbe Stunde lang stehen; dann nahm er nach und nach ab, und nach einer Stunde war er gänzlich verschwunden. So wie der Bogen schwächer wurde, nahmen die Lichtstrahlen zu, sowohl an Zahl, wie an Länge. Sie schossen von allen Richtungen aus, selbst von Süden, bis zum Zenith hin. Um 8 Uhr war der ganze Himmel vom Nordlicht bedeckt, welches nun wie ein schwaches Mondlicht bis zur Nacht dauerte. Ein so herrliches und lang anhaltendes Phänomen hatte man bisher in *Kila* noch nicht gesehen.

Ganz ähnlich, wie an den beiden oben genannten Orten, erschien das Nordlicht in *Christiansand*, wo Hr.

Ingenieur-Lieutenant Johnson, ein ehemaliger Schüler des Hrn. Prof. Hansteen, dasselbe beobachtete. Der Güte des Letzteren verdanke ich folgende Mittheilung.

Am 7. Januar schien die Witterung in Christiansand einen beständigen Charakter angenommen zu haben. Der Wind war schwach und nördlich, die Luft rein und angenehm wie im östlichen Norwegen. Das Réaumur'sche Thermometer zeigte —8°. Gegen Mittag sah man im Süden die dicke Schneebank, welche Meerwind verkündigt, der durch die Landluft in Schranken gehalten wird. Eine solche Bank hat ein imposantes Ansehen, denn sie ist kohlschwarz, und ragt empor wie eine ferne ungeheure Bergkette.

Nachmittags um 6 Uhr sprang der Wind mit jähem Wehen nach W. oder WSW. um. Der Himmel bewölkte sich leicht, und nun fiel in wenigen Secunden so viel Reifschnee, dafs die durch Eis spiegelglatten Strafsen mit einem weifsen Schleier überzogen wurden. Plötzlich zeigte sich ein heller ellipsenförmiger Streifen am Himmel, von WSW. durch das Zenith nach ONO. Seine gröfste Breite betrug vielleicht 60 Grad. An der Südseite begränzte ihn die Meeerbank, nach Norden hin aber eine finstere Nordlichtbank, aus der ein weifses Flammenmeer bis zur Höhe der Cassiopeja hervorströmte. Dieses Nordlicht ähnelte starkem Schneegestöber, doch loderten hin und wieder Flammen auf, ähnlich der Brandung des Meeres an einem Felsen bei wüthendem Sturm. Einzelne Ausbrüche reichten sogar bis zum Zenith herauf. In der grofsen Axe der gedachten Ellipse lag ein mit den Farben des Regenbogens prangender Bogen. Er nahm 180° ein, war am Zenith etwa 2° breit, am Horizont aber 8° bis 9°. Im Zenith (der wohl nicht der wahre seyn mochte, sondern im Declinationskreise, etwa durch die Mitte der Cassiopeja, etwas südlich von derselben lag) zeigte sich eine Glorie oder matte Sonne, aus welcher Strahlen von gleicher Farbe wie der Bogen nach allen Seiten ausfuhren.

Um 6¼ Uhr war die Erscheinung am schönsten. Die stärksten Farben des Bogens waren Gelb, Violett und Roth. Letzteres herrschte vor, fiel höher im Bogen etwas in's Weifsliche, näher am Horizonte aber in's Dunkele; es erschien hier als eine Feuersbrunst in dunkeler Nacht. Der Bogen war in seinem ganzen Laufe scharf begränzt, am schwächsten in der Nähe der Glorie, welche grofse Aehnlichkeit hatte mit einer mit vielen Strahlen besetzten Meduse, die sich im Sonnenschein auf einer ruhigen Wasserfläche ausbreitet.

Der Himmel war dermafsen erleuchtet, dafs man nur Sterne der ersten Gröfse sah. Die Cassiopeja stand dicht bei, nördlich von der Glorie, und die Capella dicht bei, südlich von dem Bogen. Den grofsen Bären sah ich nicht, welches entweder der Nordlichtbank oder dem Materiellen des Nordlichts, vielleicht auch seinem blendenden Glanze zugeschrieben werden mufs. Der Stier lag verborgen unter der Meerbank, deren Rand erleuchtet war und in's Weifsliche spielte.

Also stand der Bogen eine halbe Stunde, wonach sich zuerst die Glorie, hierauf der Bogen und zwar im Westen vertheilte, ohne dafs man sagen konnte, dafs er dabei nach Osten glitt. Sobald er verschwunden war, zeigte sich das Nordlicht sogar südlich vom Zenith gleich weifsen Wolken; schon etwa um halb sieben Uhr war der Himmel wieder bezogen, und nun hörte das Wehen aus Westen auf *).

Zum

*) Aufserdem wurden im verflossenen Winter noch folgende Nordlichter von Hrn. Johnson beobachtet.

Am 13. Dec. 1830. Abends 11 Uhr zu Lyngdal, 8 Meilen westlich von Christiansand. Ein rother in's Violette spielender Bogen von etwa 2° Breite, von Ost nach West durch das Zenith gehend.

11. Jan. 1831. Zwischen 9 und 10 Uhr Abends, als Hr. J. sich 10 Meilen östlich von Christiansand befand. Ungewöhnlich starkes Nordlicht, welches keine Bank bildete, sondern vom Ho-

Zum größeren Verständniſs hat Hr. Johnson drei leistiftzeichnungen entworfen, die hier auf Tafel V wieergegeben sind.

Fig. 4 stellt das Ansehen des Himmels, projicirt auf en Horizont von Christiansand, vor. Das Auge des Zuchauers muſs dabei *auſserhalb* der Himmelskugel gedacht erden.

Fig. 5 stellt die halbe *innere* Oberfläche der Himelskugel dar, gesehen aus Süden; Fig. 6 dieselbe, geseen aus Westen.

Hr. Prof. Hansteen hat versucht, aus diesen Angaen und aus der in *Berlin* geschätzten Erhebung des Boens, die Höhe desselben über der Erdoberflache zu beechnen.

Indem ich, sagt derselbe in seinem Schreiben an mich, ie Breite von Christiansand $=58^{0}\,12'$, dessen Länge on Ferro $=25^{0}\,22'$ und die mittlere Zeit der Erscheiung daselbst $=6^{h}\,15'$ annehme, finde ich folgende Sternositionen:

Stern.	Stunden-winkel.	Zenith-abstand.	Azimuth v. Norden nach Westen.
Cassiopejae . . .	+ 1° 34′	1° 27′	34° 33′
Cassiopejae . . .	+12 30	7 19	105 23
Cassiopejae . . .	+ 8 38	4 43	67 7
Aurigae (Capella)	—55 46	35 9	274 26

Ist nun Z (Fig. 7 Taf. V) Christiansands Zenith, NS dessen Meridian, WO die erste Verticale, und setzt

rizont aufschoſs. Einzelne Ausbrüche waren gewaltsam und erreichten das Zenith, gewöhnlich strahlten sie indeſs nur bis zum Polarstern. Die Luft war heiter, die Kälte etwa 6 bis 8 Grad.

7. Febr. Abends 9 Uhr war in Christiansand das ganze Himmelsgewölbe vom Norden bis zum Zenith, oder vielmehr eben so weit wie am 7. Jan. erleuchtet. Hier bildete das Nordlicht einen scharf begränzten weiſsen Rand, der ruhig, aber stark leuchtete, jedoch noch Sterne erster Gröſse hindurch leuchten lieſs.

man $NZ\delta = 34^\circ\, 33'$, $NZ\gamma = 67^\circ\, 7'$, $NZ\alpha = 105^\circ\, 23'$, so wie $Z\delta = 1^\circ\, 27'$, $Z\gamma = 4^\circ\, 43'$, $Z\alpha = 7^\circ\, 19'$, so stellen die Punkte δ, γ, α die Lage der 3 Sterne δ, γ, α Cassiopejae gegen den Meridian von Christiansand vor. Da der Nordlichtbogen gewöhnlich lothrecht gegen den *magnetischen Meridian* $N'S'$ ist, so sey $W'O'$ ein auf demselben lothrechter Kreis durch das Zenith, BG der mit letzterem parallele Nordlichtbogen. Ist das wahre Azimuth einer der erwähnten Sterne $= \alpha$, das magnetische Azimuth $= \alpha'$, die Abweichung der Magnetnadel $= \delta$, so ist $\alpha' = \alpha - \delta$, und man findet des Sternes lothrechten Abstand $\gamma n = x$ von $O'W'$ durch die Formel:

$$\sin x = \sin Z\gamma \,.\, \cos \alpha'.$$

Nun ist die Abweichung in Christiansand $= \delta = 22^\circ$; setzt man diese Werthe in die obige Gleichung ein, so findet man für δ Cassiopejae $= 1^\circ\, 24'$ für α Cassiopejae $x = 0^\circ\, 35$. Nach der Zeichnung Hrn. Johnson's zu urtheilen, scheint die Mitte des Nordlichtsbogens ungefähr eben so weit südwärts von den Sternen α und δ zu liegen, als der Abstand zwischen den Sternen β und ε, d. i. $12^\circ\, 44'$. Hieraus findet man also den Abstand zwischen dem Nordlichtbogen BG und dem Bogen $W'O'$ aus δ Cassiopejae $= 12^\circ\, 44' - 1^\circ\, 24' = 11^\circ\, 20'$ und aus α Cassiopejae $= 12^\circ\, 44' - 0^\circ\, 35' = 12^\circ\, 9'$.

Ein Mittel aus diesen wird $11^\circ\, 45'$, und es ist mithin einleuchtend, dafs des Nordlichtbogens höchster Punkt um $6\frac{1}{4}$ Uhr Nachmittags etwa $11\frac{3}{4}$ Grade südlich vom Zenith Christiansands gestanden hat.

Die Erfahrung scheint gezeigt zu haben, dafs die Nordlichtskrone immer im magnetischen Meridiane, in der Verlängerung der Neigungsnadel, steht. Da sich in diesem Nordlichte die Krone in der Mitte des Bogens gezeigt hat, so müfste die Höhe des höchsten Punktes des Bogens so grofs seyn, als die magnetische Neigung in Christiansand. Diese mufs ungefähr $= 72\frac{1}{4}$ Grad betragen; also sollte hienach des Bogens höchster Punkt $17\frac{3}{4}$ Grade südlich vom Zenith gelegen haben.

Alle die von **Mairan** in seinem *Traité de l'Aurore boréale* angeführten Bestimmungen geben dem Nordlicht eine Höhe, welche diejenige der Atmosphäre weit übertrifft. Als Beantwortung dieser interessanten Frage kann die gegenwärtige Naturerscheinung dienen.

Die Erfahrung zeigt, dafs der Nordlichtbogen ein Theil eines ganzen *leuchtenden* Kreises ist, welcher in einer gewissen Höhe über der Oberfläche der Erde schwebt; denn hier in unseren hohen nördlichen Breiten sehen wir ihn bisweilen, wenn seine lothrechte Höhe über der Oberfläche der Erde grofs, sein Durchmesser aber klein ist, etliche Grade über den nördlichen Horizont in der Gestalt einer *ganzen sehr excentrischen Ellipse.* Denkt man sich den Bogen eines gröfsten Kreises auf der Erde von dem Orte des Beobachters bis an den Endpunkt des Erdradius, welcher verlängert durch den Mittelpunkt des Lichtkreises geht, so giebt dieser das Azimuth des höchsten Punktes des Nordlichtsbogens über dem Horizonte des Beobachters an. Dieses Azimuth ist in Europa immer *westlich* und ungefähr der *Abweichung der Magnetnadel* gleich. Ist also der höchste Punkt des Nordlichtsbogens auf zwei verschiedenen Punkten *A* und *B* der Erdoberfläche beobachtet worden, welche eine solche Lage gegen einander haben, dafs der Bogen eines gröfsten Kreises von *A* bis *B* verlängert durch den Mittelpunkt des Nordlichtringes geht, so ist der an beiden Orten beobachtete *höchste Punkt* nothwendig *derselbe* Punkt des Lichtringes, und diese beiden Beobachtungen sind geeignet, die lothrechte Höhe dieses Punktes über der Erdoberfläche zu bestimmen.

Nimmt man die Breite *Berlins* $=52^\circ\ 22'$, die Länge $31^\circ\ 9'$, die Breite Christiansands $=58^\circ\ 12'$, die Länge $=25^\circ\ 22'$ an, so findet man den Bogen eines gröfsten Kreises von *Berlin* nach *Christiansand* $=6^\circ\ 32'$, und seinen Winkel mit dem Berliner Meridiane $=24^\circ\ 31'$ westlich. Da die Abweichung in Berlin $=17^\circ\ 31'$ west-

lich ist, haben folglich diese beiden Orte bis um ein Weniges die zur genauen Lösung der Aufgabe erforderliche Lage.

AD (Fig. 8 Taf. V) stelle einen gröſsten Kreis auf der Erde vor, welcher durch die Punkte A und B geht, in welchen ein Punkt N in den Höhen $=\alpha$ und β beobachtet ist; C sey der Mittelpunkt der Erde, der Winkel $ACB=c$, $BCN=x$, der Erdradius $CD=r$, die lothrechte Höhe des Punktes N über der Erdoberfläche $ND=h$, so ist der Winkel $ANC=90^\circ-(\alpha+c+x)$, $BNC=90^\circ-(\beta+x)$, $NAC=90^\circ+\alpha$, $NBC=90^\circ+\beta$. Nun ist:

$$AC:NC=\sin ANC:\sin NAC$$
$$BC:NC=\sin BNC:\sin NBC,$$

oder:

$$\text{I. } r:(r+h)=\cos(\alpha+c+x):\cos\alpha=\cos(\beta+x):\cos\beta.$$

Hieraus findet man:

$$\frac{\cos(\alpha+c+x)}{\cos(\beta+x)}=\frac{\cos\alpha}{\cos\beta},$$

und wenn der Werth von $\cos(\alpha+c+x)$ und $\cos(\beta+x)$ entwickelt, und des Bruches Zähler und Nenner mit $\cos x$ dividirt werden, findet man:

$$\text{II. } \operatorname{tang} x=\frac{\cos\alpha-\cos(\alpha+c)}{\cos\alpha\,.\operatorname{tang}\beta-\sin(\alpha+c)}.$$

Aus I findet man ferner:

$$r\,.\cos\alpha=(r+h)\cos(\alpha+c+x),$$

also:

$$\text{III. } h=\frac{r[\cos\alpha-\cos(\alpha+c+x)]}{\cos(\alpha+c+x)}$$

$$=\frac{2r\,.\sin\left(\alpha+\frac{c+x}{2}\right).\sin\frac{c+x}{2}}{\cos(\alpha+c+x)}$$

Da Sie die Höhe des Nordlichtsbogens in Berlin zwischen 10° und 15° angeben *), so kann man diesen im

*) Diese Angabe, welche ich Hrn. Prof. Hansteen brieflich mitgetheilt hatte, ist indeſs wahrscheinlich zu hoch. Der in Berlin

Mittel annehmen $=12^{\circ}\,30'$. Wir haben also, da der Bogen in Christiansand $11^{\circ}\,45'$ südlich vom Zenith gesehen wurde, $\alpha=12^{\circ}\,30'$, $\beta=101^{\circ}\,45'$, $c=6^{\circ}\,32'$.

Hiemit findet man aus Formel II $x=-0^{\circ}\,21',2$, und aus Formel III, wenn $2r$ gesetzt wird $=1720$ geographischen Meilen, $h=26{,}30$ oder 26,30 oder $26\frac{1}{3}$ geographischen Meilen. Wird des Bogens Höhe in Berlin angenommen $=13^{\circ}\,30'$, d. i. einen Grad gröfser als oben, so findet man $x=-0^{\circ}\,22'$ und $h=27{,}99$ geographische Meilen, mithin wird die Höhe $h=1{,}7$ geographischen Meilen vermehrt, wenn die Höhe des Bogens für Berlin um einen Grad vergröfsert wird; dagegen hat eine kleine Veränderung im Werthe des Winkels β in Christiansand keinen merklichen Einflufs auf das Resultat.

Wenn die Uhr in Christiansand $6^{h}\,15'$ ist, so ist sie in Berlin $6^{h}\,38'$; es wird sich also hieraus leicht zeigen, ob der in Berlin in 10° bis 15° Höhe beobachtete Bogen dem in Christiansand gesehenen gleichzeitig war. Sollte der Bogen in Christiansand der nämliche gewesen seyn, als derjenige, der sich in Berlin in 60° Höhe zeigte, würde man seine lothrechte Höhe über der Erdfläche $=149$ geographischen Meilen finden.

gesehene Lichtbogen hatte wohl keine gröfsere Höhe als 8°. Diefs würde das Resultat der Rechnung auf etwa $18\frac{2}{3}$ geogr. Meilen herabsetzen. Indefs, mufs ich bekennen, scheint es mir einigermafsen zweifelhaft, dafs der in Christiansand gesehene Bogen mit dem in Berlin identisch gewesen sey. Denn jener glänzte mit rothem Lichte und hatte nur eine halbstündige Dauer, dieser aber erschien mit gelblichweifsem Lichte und war mindestens drei Stunden lang sichtbar. *P.*

(Schlufs im nächsten Hefte.)

VIII. *Ueber die Zusammensetzung der Schwefelweinsäure*
von J. Liebig und F. Wöhler.

Die Zusammensetzung der Schwefelweinsäure, welche mit der Aetherbildung in einer so nahen Beziehung steht, ist von drei Chemikern auf eben so viel verschiedene Arten angegeben worden. Hennel betrachtet diese Säure als eine Verbindung von ölbildendem Gase mit wasserfreier Schwefelsäure. Sérullas nimmt in derselben Säure noch eine gewisse Portion Wasser an, die er mit ölbildendem Gas zu Aether verbunden betrachtet. Die Ansicht von Boullay und Dumas ist diesen beiden entgegengesetzt, und nicht so leicht damit in Uebereinstimmung zu bringen. Sie nehmen an, dafs die Weinschwefelsäure eine Verbindung von Unterschwefelsäure mit einem Weinöl sey, welches auf 2 Kohlenstoff 3 Wasserstoff enthält *).

Die Versuche von Hennel und Sérullas stimmen also darin überein, dafs in dieser Säure Kohlenstoff und Wasserstoff in demselben Verhältnisse, wie in dem schweren Kohlenwasserstoffgase, sich befinden **), und weichen darin von Dumas und Boullay ab, dafs diese mehr Wasserstoff gefunden haben, als diesem Verhältnisse entspricht, und weniger Sauerstoff als erforderlich wäre, um mit diesem Wasserstoff Wasser zu bilden.

Die Richtigkeit der Sérullas'schen und Hennel'schen Ansicht läfst sich direct nicht erweisen, weil man die Säure selbst nicht isolirt der Analyse unterwerfen kann, und indirect, d. h. durch Analyse der schwefelweinsauren Salze,

*) Vergleiche diese Ann. Bd. XII (88) S. 98.

**) Diese Ann. Bd. XIV (90) S. 283 und Bd. XV (91) S. 20.

ist es leicht denkbar, dafs man auf solche Verschiedenheiten stofsen könnte, die das Ganze zu einem blofsen Wortstreite machen. Man nehme z. B. an, die schwefelweinsauren Salze enthielten Krystallwasser, welches sich nicht entfernen läfst, ohne dafs die Säure dadurch zersetzt wird, und es ist denkbar, dafs, wenn in dem einen Salz die Säure als eine Zusammensetzung von Aether mit Schwefelsäure betrachtet werden kann, sie in dem andern als eine Verbindung von Alkohol mit Schwefelsäure sich darstellt.

Die Unrichtigkeit der Ansicht von Dumas und Boullay läfst sich hingegen viel leichter beweisen.

Wir haben eine Analyse des schwefelweinsauren Baryts in einem sehr grofsen Maafsstabe angestellt, mit Hülfe des Apparates, der im Januarhefte dieser Annalen beschrieben steht; wir glauben, dafs die Resultate, welche wir erhielten, geeignet sind, diesen Gegenstand zur Entscheidung zu bringen.

Der schwefelweinsaure Baryt, welcher zur Analyse verwendet wurde, war in wasserhellen, sehr grofsen quadratischen Tafeln krystallisirt. Wir versuchten, dieses Salz von einem möglichen Gehalte an Krystallwasser zu befreien, allein diefs gelang unter keinerlei Umständen. Bei dem Erhitzen wurden die Krystalle weifs und undurchsichtig, aber dieses weifs gewordene Salz löste sich nachher nicht mehr vollständig in Wasser auf. Die Zersetzung, die hier vorgeht, findet bei jeder Temperatur über 20° statt.

Erhitzt man das Salz bis auf 25° bis 30°, so wird es, wie bemerkt, weifs, und läfst sich alsdann zu einem trocknen Pulver zerreiben, welches sich an der Luft nicht weiter verändert, bei 40° bis 45° wurde es ebenfalls weifs; allein es liefs sich alsdann keineswegs zerreiben, sondern die verwitterten Krystalle zerflossen sehr schnell an der Luft zu einer sehr sauren Flüssigkeit, die mit einer Menge schwefelsauren Baryts gemengt war.

Die Anwendung der Luftpumpe mit Wärme unterstützt, giebt kein besseres Resultat.

Aus diesem Verhalten geht augenscheinlich hervor, dafs dieses Salz kein Krystallwasser enthält, sondern dafs, wenn Wasser darin enthalten ist, dieses zur Zusammensetzung der Säure gehört, und ohne Zersetzung derselben nicht abgeschieden werden kann.

Da dieses Salz durch Erwärmung nicht getrocknet werden kann, so wurde es, um die Quantität der Base zu bestimmen, die es enthält, so trocken, als es an der Luft werden konnte, geglüht.

2,500 Gr. schwefelws. Baryts hinterliefsen	1,374	schwefel-
2,000 - - - -	1,100	sauren
4,000 - - - -	2,198	Baryt.

Diefs giebt für 100 Theile im Mittel 54,986 schwefelsauren Baryt.

Eine andere Portion von diesem Barytsalze wurde ferner mit chlorsaurem und kohlensaurem Kali gemengt und verpufft, die Masse in Wasser aufgelöst, mit Salzsäure gesättigt und durch Chlorbaryum gefällt. 4,300 schwefelweinsaurer Baryt lieferten auf diese Weise 4,830 schwefelsauren Baryt, dieses giebt für 100 Th. Salz 112,32 schwefelsauren Baryt. 1,910 Gr. schwefelweinsaurer Baryt wurden ferner mit Kupferoxyd verbrannt, und 0,855 Gran Kohlensäure und 0,527 Gr. Wasser erhalten. Berechnet man die Zusammensetzung nach diesen Daten, so erhält man in 100 Theilen:

54,986	schwefelsauren Baryt
19,720	Schwefelsäure
12,370	Kohlenstoff
3,060	Wasserstoff
9,864	Sauerstoff
100,000	

oder aus:

54,986 schwefelsaurem Baryt
19,720 Schwefelsäure
14,390 Kohlenwasserstoff } Alkohol
9,100 Wasser
1,260 dem Salze anhängendes Wasser
0,644 Verlust

100,000.

Aus dieser Zusammensetzung ergiebt sich, dafs der schwefelweinsaure Baryt

2 Atome Schwefelsäure
1 - Baryt
4 - Kohlenstoff }
12 - Wasserstoff } 2 At. Alkohol
2 - Sauerstoff }

enthält. Man kann die Schwefelweinsäure also als eine Verbindung von wasserfreier Schwefelsäure mit Alkohol, oder, was wahrscheinlicher ist, als eine Verbindung von Schwefelsäurehydrat mit Aether betrachten.

Bei dieser Analyse haben wir zu bemerken, dafs der schwefelweinsaure Baryt ohne vorhergehendes Trocknen der Verbrennung unterworfen wurde; es ist daraus leicht ersichtlich, dafs die Analyse etwas mehr Wasser ergeben mufste, als der Zusammensetzung des Aethers entspricht. Die Analyse giebt noch zu einer andern Bemerkung Veranlassung, welche zu sehr in die Augen fällt, als dafs wir sie übergehen dürften.

Die Schwefelsäure nämlich, welche durch Verpuffung des Salzes bestimmt wurde, beträgt am Gewichte etwas mehr als diejenige Quantität, welche mit Baryt, nach dem Glühen desselben, zurückbleibt; denn diese beträgt nur 18,51, während die erstere 19,72 Proc. ausmacht. Gay-Lussac hat ebenfalls auf 54,93 Proc. durch Glühen erhaltenen schwefelsauren Baryt durch Fällung des verbrannten Salzes 111,47, also ebenfalls etwas mehr als das Doppelte Gewicht, erhalten. Man bemerkt fer-

ner, wenn man die angegebenen Resultate auf Atome berechnet, dafs man in 100 Th. etwas weniger Kohlenstoff erhält, als die Analyse ergeben hat. Dieser Umstand kann nur darin seinen Grund haben, dafs sich beim Vermischen der Schwefelsäure mit absolutem Alkohol schwefelsäurehaltiges Weinöl, der von Sérullas sogenannte *Sulfate double d'éther et d'hydrogène carboné*, erzeugt, von welchem eine kleine Quantität in die Zusammensetzung der weinschwefelsauren Salze eingeht. Diese Voraussetzung wird durch die Beobachtung von Wittstock (diese Ann. Bd. XX S. 464) auf's vollkommenste bewiesen.

Als Bestätigung der Richtigkeit der angegebenen Zusammensetzung läfst sich noch folgender Versuch betrachten. Wenn man nämlich krystallisirten schwefelweinsauren Baryt mit geglühtem kohlensauren Kali zusammenreibt und erhitzt, so erhält man, ohne dafs sich das Salz schwärzt, durch die Destillation reinen Alkohol, der einen etwas ätherartigen Geruch besitzt. Diefs beweist unstreitig, dafs die Schwefelweinsäure, wenigstens in dem Barytsalz, keineswegs, wie Sérullas meint, als eine Verbindung von Aether und *wasserfreier* Schwefelsäure betrachtet werden kann. Der ganze Zusammenhang der Aetherbildung mit der Erzeugung der Schwefelweinsäure findet nun in der gefundenen Zusammensetzung der Schwefelweinsäure die genügendste Erklärung.

Bei der Darstellung des schwefelweinsauren Baryts bemerkt man, insbesondere wenn zur Sättigung des Schwefelsäuregemisches ein kohlensaurer Baryt verwendet wird, der aus dem Schwefelbaryum durch kohlensaures Kali gefällt wurde, dafs die Flüssigkeit einen unerträglichen Knoblauchgeruch annimmt, der auch beim Abdampfen nicht verschwindet. Sättigt man das Gemisch geradezu mit Schwefelbaryum, so ist dieser besonders stark, und man erhält beim Abdampfen, wie es uns schien, ein Salz von anderer Form und geringerer Auflöslichkeit, als der schwefelweinsaure Baryt besitzt. Bei der Verbrennung des

schwefelweinsauren Baryts mit Kupferoxyd haben wir stets die Bildung von schwefliger Säure wahrgenommen, deren Entstehung wahrscheinlich darauf beruht, dafs das weiche und schlüpfrige Barytsalz sich nicht so vollkommen mit Kupferoxyd zerreiben und zertheilen läfst, um einer Einwirkung des gebildeten metallischen Kupfers oder des Kohlenstoffs auf die Schwefelsäure vorzubeugen. — Wir haben nicht unterlassen, bei den Analysen das durch Verbrennung gebildete Gas durch eine Röhre mit Bleisuperoxyd zu leiten, welche vor dem Chlorcalciumröhrchen angebracht war.

Das in dem Oxyde condensirte Wasser wurde alsdann durch Erhitzen in die Chlorcalciumröhre übergetrieben.

Gegen die Meinung von Dumas, dafs nämlich Unterschwefelsäure in der Schwefelweinsäure vorhanden sey, läfst sich noch ein anderer directer Beweis anführen. Leitet man nämlich Chlorgas durch aufgelösten schwefelweinsauren Baryt, so bleibt die Flüssigkeit klar, und es wird kein schwefelsaurer Baryt gefällt, man weifs aber, dafs die unterschwefelsauren Salze durch Chlor in schwefelsaure verwandelt werden.

Die klare Flüssigkeit wird bei ganz gelindem Abdampfen nur wenig zersetzt; allein in dem Zeitpunkt, wo der schwefelweinsaure Baryt krystallisiren würde, setzt sich eine Menge körnig krystallinisch schwefelsauren Baryts ab.

Leitet man über krystallisirten schwefelweinsauren Baryt trocknes Chlorgas und erhitzt, so erhält man etwas Aether und eine ziemlich bedeutende Menge Chlorkohlenstoff, der sich in Gestalt von öligen Tropfen abscheidet, und an seinem durchdringenden, die Augen schmerzenden, Geruch leicht erkannt wird.

... neues Spiefsglanzerz;
... C. Zincken.

... das Vorkommen schöner Spiefsglanzerze ... bekannten Wolfsberger Gange kommt auf ... Graf-Jost-Christians-Zeche mit grofsen Kry-... Bournonit ein Erz in Quarz, mit Zunder-... ererz überwachsen, vor, welches sich durch ... Charakter auszeichnet:

...stallreihe: klinorhombisch (2- und 1gliedrig).

...ruch: unvollkommen muschlich, nach zwei Rich-... blättrig, zuweilen blumig blättrig.

Spröde, Härte: gegen 2,5.

Specif. Gewicht: bis 5,4. (Das des Zinkenits ist ... 5,303 bis 5,310.)

Farbe: schwärzlich Bleigrau in's Eisenfarbige. Opak.

Chemisches Verhalten. Vor dem Löthrohre decre-pitirt das Fossil, schmilzt dann sehr leicht, und entwik-kelt in offener Röhre Dämpfe von schwefliger Säure, An-timonoxyd und Bleioxyd, womit auch die Kohle beschla-gen wird. Es läfst sich fast ganz fortblasen von der Kohle, und es ist keine Reaction auf Kupfer wahrzuneh-men. Bei vorsichtiger Reduction des Bleies (nach vor-hergegangener völliger Abröstung des Schwefels oder Oxyds in Salpetersäure) mit Natron, erhält man ein ziem-lich reines Bleikorn, welches nur wenig Antimon, auch auf der Kapelle, entwickelt, und ein sehr kleines Silber-korn, welches nur mit der Lupe recht sichtbar ist, hin-terläfst.

Das Fossil steht dem Zinkenit am nächsten, von wel-chem es jedoch durch den Mangel eines Kupfergehaltes und die Krystallform hinreichend geschieden ist.

. *Nachtrag zu dem im vorigen Hefte befindlichen Aufsatz von H. W. Dove.*

Seite 237 dieses Aufsatzes, wo es heifst: »Locale Be-
ingungen, welche das Verhältnifs der Feuchtigkeit mo-
ficiren, müssen, so gering sie sind, hier von Einflufs
yn « ist noch Folgendes einzuschalten.

Durch Berechnung der Daniell'schen Beobachtun-
en (diese Ann. Bd. XV S. 297) habe ich gezeigt, dafs
London zu gewissen Zeiten des Jahres die Elasticität
es Dampfes Morgens gröfser ist als Nachmittags, und zu
eweisen gesucht, dafs der Grund in der Lebhaftigkeit
es aufsteigenden Luftstroms zu suchen sey, weil durch
n mehr Feuchtigkeit nach Oben abgeführt wird, als
urch die gesteigerte Verdampfung ersetzt werden kann.
s ist klar, dafs an allen Orten, wo diefs stattfindet, wo
lso die Curve der Elasticität des Dampfes an ihrem con-
exen Scheitel eine Einbiegung erhält, das Fallen des
arometers nach dem Minimum des Nachmittags hin stär-
er seyn wird, als an den Orten, wo diefs nicht statt-
ndet, und es ist wahrscheinlich, dafs diese Unterschiede
n einzelnen Orten von der Menge des vorhandenen Was-
ers, welches verdampfen kann, und von der Lebhaftig-
eit des aufsteigenden Luftstroms abhängen werden. Um
icht mifsverstanden zu werden, bemerke ich daher, dafs
h über die Modificationen, welche durch diese Bedin-
ungen in der Curve der Elasticität des Dampfes entste-
en können, mich jeder Vermuthung enthalte. Die Be-
echnung der Beobachtungen von Apenrade und London,
nd die Verhältnisse der relativen Feuchtigkeit in Genf
nd auf dem Bernhard, welche ich (diese Ann. Bd. XV
. 298) betrachtet habe, deuten auf sehr erhebliche Un-

terschiede für Orte des Continental- und Seeklima's. Als Extrem nach der einen Richtung möchte ich das Verschwinden der täglichen Periode in Indien zu gewissen Zeiten des Jahres ansehen; welches aber die täglichen Veränderungen des Druckes der Dampfatmosphäre in einer weiten Sandwüste seyn mögen, möchte, ohne Beobachtungen feststellen zu wollen, ein müfsiges Unternehmen seyn. Das Verhältnifs der Gröfse der Oscillation am Tage und in der Nacht wird nothwendig eben davon abhängen.

XI. *Berichtigende Bemerkungen über Metallreduction;*
von N. W. Fischer.

1. Unter den in diesen Annalen aufgestellten Ergebnissen gehört auch die Reduction des Nickels durch Eisen (diese Annal. Bd. 85 S. 265). Indem ich bei der Herausgabe meiner Schrift: das Verhältnifs der polaren Elektricität zur chemischen Verwandtschaft, Berlin 1830, die Versuche wiederholte, konnte ich diese Reduction des Nickels nicht hervorbringen; ich stellte sie daher, S. 144, in der Tabelle als zweifelhaft dar. Nunmehr aber, und nachdem ich unter den günstigsten Umständen durch Kochen von reinem Eisen in der salzsauren Auflösung des reinen Nickels keine Spur einer Reduction wahrnehmen konnte, mufs ich meine Beobachtung, des in meinem Tagebuch darüber Angegebenen ungeachtet, als falsch erklären. Diese Angabe, vom Januar 1827, lautet wörtlich: »von allen Metallen bewirkt Eisen allein nach langer Einwirkung, bei erhöhter Temperatur, die Reduction einer geringen Menge Nickel, welches sich an der Spitze des Eisendrahts mit Metallglanz anlegt. Dieser Ueberzug abgekratzt, zeigt sich magnetisch, und bildet mit einem

Tröpfchen Salpetersäure eine grünliche Auflösung.« Der Grund meiner Täuschung lag in dem unreinen Zustand des angewandten Eisens sowohl als der Nickelauflösung, und wie leicht durch solche Verunreinigungen Täuschungen geschehen können, habe ich so wie früher in diesen Annalen, so auch in der angeführten Schrift (S. 91 u. f.) umständlich angegeben. In dieser Beziehung verdient die vor einiger Zeit wahrgenommene Reduction des Kupfers durch Nickel angeführt zu werden, welche stattfand als ich auf ein Stück kupferhaltiges Nickel eine unzureichende Menge Salpetersäure bis zur vollkommenen Sättigung einwirken liefs, das unaufgelöst gebliebene Nickel war *mit Kupfer ganz überzogen,* obgleich das Nickel an und für sich, wie ich auch angegeben habe, das Kupfer aus seinen Auflösungen *nicht zu reduciren* vermag. Indem also das Nickel aus der Reihe der reducirbaren in die der nichtreducirbaren Metalle versetzt werden mufs, findet dadurch eine bessere Uebereinstimmung mit der (S. 143) angedeuteten Theorie dieser beiden Metallreihen statt. So wie auch diese Nichtreducirbarkeit auf nassem Wege dem neuerlich von Liebig und Wöhler angegebenen Verhalten des Nickeloxyds, nachdem es nicht per se reducirbar sey, besser entspricht. Obgleich gegen den S. 585 Bd. 21 dieser Annalen dargestellten Versuch, in wiefern er beweisen soll, dafs keine Reduction per se stattfindet, noch eingewandt werden könnte, dafs bei dem vollkommenen Verschliefsen des Tiegels aus dem Grunde keine Reduction erfolgt, weil der Sauerstoff keinen Ausgang hat *), welcher bei der angemessenen höchsten Temperatur zwar das Metall verläfst, bei einer geeigneten geringeren hingegen sich wieder mit demselben verbindet.

2) Eben so mufs ich meine Angabe von der Reduction des Eisens durch Kadmium als unrichtig erklären,

*) So dicht möchte indefs wohl kein Tiegel verschlossen werden können, und, wenn es gelungen wäre, würde er, wie mir scheint, unfehlbar in der Glühhitze zerplatzen. P.

indem die früher wahrgenommene höchst wahrscheinlich von dem Zinkgehalt des Kalium bewirkt worden ist.

3) Endlich mufs ich auch das, was ich über die Reduction des Silbers aus der Auflösung der Stickoxydverbindung in der oben angeführten Schrift, S. 113, angegeben habe, mehrfach berichtigen. Nach dieser Angabe nämlich soll sich dieses Stickoxydsalz mit *unbedeutenden* Abweichungen wie das salpetersaure verhalten. Die wiederholten Versuche mit der Auflösung von reinem Stickoxydsilberoxyd *ohne Spuren* eines anderen Silbersalzes zeigten hingegen, dafs Zinn, Nickel, Antimon und Wismuth keine Reduction bewirken, und dafs die früher wahrgenommene von noch gegenwärtiger salpetersaurer Silberauflösung herrührte, wodurch, so wie anfangs dieses Salz selbst, so später das Stickoxyd mehr oder weniger bedeutend reducirt wird. Das Zinn kann vorzüglich als Prüfungsmittel angewandt werden, dafs die Auflösung des Stickoxydsalzes salpetersaures Silberoxyd enthält, indem es bei den geringsten Spuren des letzteren das Silber auch aus dem ersteren wieder herstellt, aber nicht die geringste Reduction des reinen Stickoxydsalzes hervorbringt. Da aber das letztere Salz bei langer Einwirkung der Luft mehr oder weniger in salpetersaures übergeht, so mufs der Versuch über die Nichtwirkung des Zinns, besonders wenn das Metall Tage oder Wochen lang in der Flüssigkeit stehen soll, beim Ausschlufs der Luft vorgenommen werden.

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1831, ACHTES STÜCK.

I. *Beobachtungen über die Temperatur im Innern der Erde, angestellt auf verschiedenen Bergwerken im Preufsischen Staate.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Ober-Berghauptmann Gerhard.)

Auf Veranlassung des Hrn. **Alexander v. Humboldt** sind seit 1828 in mehreren Bergwerken des Preufsischen Staates Beobachtungen über die Temperatur der inneren Erdschichten angestellt worden. Hauptzweck derselben sollte es seyn, zu prüfen, ob jeder Punkt im Innern der Erde eine beständige Temperatur habe, und ob und in welchem Verhältnisse dieselbe mit der Tiefe zunehme. Zur Erreichung dieses Zweckes sind in den Bergwerken an solchen Punkten, wo es trocken ist und kein Luftzug hindringt, Bohrlöcher in das feste Gesteine geschlagen, und in diese Thermometer, welche mit schlechten Wärmeleitern umgeben waren, versenkt worden, und zwar so, dafs ihre Skalen daraus hervorragten.

In wiefern die örtlichen Verhältnisse der Gruben die Ausführung dieser Beobachtungen erlaubt haben, und welche Resultate damit erlangt worden sind, ergiebt sich aus der folgenden Darstellung.

Im Oberschlesischen Bergamts-Bezirke wurden die Beobachtungen theils auf der *Friedrichsgrube* bei *Tarnowitz*, wo eine Bleierzlage gebaut wird, die unter Dolomit liegt, theils auf mehreren Steinkohlengruben angestellt.

1) Auf der Friedrichsgrube wurden die Beobachtungen in dem Schachte Rabe des Trockenberger Revieres angestellt, wo der Dolomit bis zu Tage ausgeht. In 5 Lachter (32 Pariser Fufs) Tiefe unter der Oberfläche wurde ein Einbruch in dem Stofs des Schachtes gemacht, in demselben ein Bohrloch senkrecht niedergeschlagen, darin das Thermometer aufgestellt und mit trocknem Sande umgeben, die Mündung mit Letten verschmiert, vor dem Einbruch ein Brett eingepafst und in den Fugen mit Letten verstrichen.

Dennoch zeigten die ersten Beobachtungen, dafs das Thermometer den Einflüssen der Atmosphäre noch sehr ausgesetzt sey, und um diese mehr zu entfernen, wurde in dem Schachte unter dem Einbruche eine wetterdichte, gut verlettete Bühne geschlagen, eine zweite, ½ Lachter unter der Hängebank, wurde bis zu dieser mit Erde bedeckt; nur das Fahrloch blieb darin offen, und wurde mit einer doppelten mit Stroh gefütterten Thüre verschlossen.

Die Beobachtungen fingen am 1. Septemb. 1828 an, nach Schlagung der wetterdichten Bühnen am 1. Decemb. 1828, und wurden bis zum 15. Nov. 1829 fortgesetzt und monatlich zwei Mal angestellt.

Das Mittel aus 24 Beobachtungen ist	6°,26 R.
Der höchste Stand war am 1. Decemb. 1828	6°,7
Der tiefste Stand war am 1. April 1829	5°,7
Die gröfste Differenz	1°

Bei der ersten Aufstellung am 1. Sept. 1828 zeigte das Thermometer 8°,1 R., mithin eine bedeutend höhere Temperatur als späterhin, wo der Einflufs der Lufttemperatur entfernt worden war.

Das *untere* Thermometer wurde auf dieser Grube in einem Ueberbruch in der unterm Rabeschacht durchgehenden Strecke, 40 Lachter vom Schachte entfernt, aufgestellt. Aus dem Ueberbruch ist ein Ort aufgehauen, welcher keine andere Verbindung hat; in diesem wurde das Thermometer auf dieselbe Weise wie in dem Schachte aufgestellt, und der Ort noch durch eine Wetterthüre geschlossen.

Die Beobachtungen wurden hier gleichzeitig mit dem ersten Thermometer von dem Ober-Einfahrer v. Carnall angestellt, und von dem Bergrath Thürnagel controlirt.

Das *untere* Thermometer zeigte, während 30maliger Beobachtung, ohne alle Veränderung 6°,6 R.

2) Auf der Steinkohlengrube *Charlotte* bei *Czernitz* wurde das *obere* Thermometer in dem Annaschacht, 7 Lachter unter der Oberfläche, in festem sandigen Schieferthon eben so aufgestellt, wie dasjenige im Rabeschacht der Friedrichsgrube. In einer geringeren Tiefe unter der Oberfläche war es nicht möglich das Thermometer aufzustellen, weil alle Schächte dieser Grube, des aufgeschwemmten Gebirges wegen, auf 8 bis 10 Lachter Tiefe von Tage nieder in ganzer Schrotzimmerung stehen. Der Grubenbau erlaubte es nicht, Bühnen in dem Annaschacht anzubringen, um den Luftzug in einem gröfseren Maafse von dem Thermometer abzuhalten.

Die Beobachtungen wurden vom 1. Sept. 1828 bis zum 30. Aug. 1829 täglich angestellt.

Der Durchschnitt derselben gab	6°,31 R.
Der höchste Stand war am 22. Aug. 1829	8°,6
Der tiefste Stand war am 30. Jan. 1829	4°,1
Die gröfste Differenz daher	4°,5

Die grofsen Schwankungen der Temperatur in einer Tiefe von 7 Lachter unter der Erdoberfläche sind Folge von dem nicht ganz gehinderten Zutritte der äufseren Luft zu dem Thermometer. Der Gang desselben war übrigens

sehr regelmäſsig, indem dasselbe vom 1. Sept. 1828 bis zum 30. Jan. 1829 beinahe continuirlich abnahm, und bis zum 22. Aug. 1829 eben so wieder stieg. Dasselbe stand vom 15. Jan. bis zum 2. April 1829 unter 5°.

Das *untere* Thermometer wurde in der Strecke aufgestellt, welche von dem Maschinenschachte aus auf dem Streichen des Flötzes 15 Lachter lang getrieben ist, und hier durch eine schwebende Wetterstrecke mit den oberen Bauen in Verbindung steht. In der schwebenden Wetterstrecke wurde eine gute Wetterthüre angebracht, um den Luftzug zu mildern. Die Anbringung des Thermometers in einem Einbruche in fester Steinkohle war der auf der Friedrichsgrube ganz gleich; der Aufstellungspunkt liegt 50 Lachter unter der Erdoberfläche, die Hängebank des Maschinenschachtes liegt in gleichem Niveau mit der des Annaschachtes. Beide Schächte sind nur wenige Lachter von einander entfernt.

Das untere Thermometer wurde eben so oft beobachtet als das obere, von dem Geschwornen Degenhardt und dem Steiger Boeschel. Der Durchschnitt der täglichen Beobachtungen eines Jahres ist 8°,84 R.

Der höchste Stand war am	1. Septemb.	1828	9°,1 R.
	30. October	1828	
	30. Januar	1829	
	22. April	1829	
Der tiefste Stand war am	25. August	1829	8°,1
Gröſste Differenz			1°

Der Gang dieses Thermometers war, in Vergleich zu dem des oberen, im höchsten Grade unregelmäſsig, indem das Maximum der Temperatur während eines Zeitraumes von 8 Monaten vier Mal eintrat, und zwar auch zu einer Zeit, wo das obere Thermometer das Minimum der Temperatur angab. Diese Schwankungen können nur der Einwirkung des Luftzuges zugeschrieben werden, der nicht gänzlich von dem Thermometer abgehalten werden konnte, und der nach sehr localen und nicht genau an-

gegebenen Umständen sich veränderte. Die Schwankungen sind indessen so klein, dafs sie wohl von keinem wesentlichen Einflusse auf das Durchschnitts-Resultat seyn können.

3) Auf der Steinkohlengrube *Amaliens Wunsch* bei *Bielschowitz*, welche mit den Bauen der *Henriettengrube* durchschlägig ist, wurde ein Thermometer $4\frac{1}{8}$ Lachter unter der Oberfläche in Steinkohle aufgestellt, und zwar in einer schwebenden Strecke, welche durch eine streichende Strecke mit einer $5\frac{1}{8}$ Lachter tiefen Förderduckel in Verbindung steht. Die schwebende Strecke ist von der streichenden an auf 10 Lachter Länge schmal in dem Flötze getrieben, welches weiter nach dem Ausgehenden abgebaut und schon seit mehreren Jahren zu Bruche geworfen ist. Der Wetterwechsel wurde durch eine dichte Wetterthür in der schwebenden Strecke gänzlich abgeschnitten, und oberhalb derselben das Thermometer in der festen Kohle auf die gewöhnliche Art aufgestellt.

Die Beobachtungen wurden anfänglich täglich, später aber vier Mal monatlich angestellt, und vom 1. März 1829 bis 28. Febr. 1830 fortgesetzt. Bei der Berechnung des Durchschnittes sind jedoch aus den ersten Monaten nur die entsprechenden vier Beobachtungen, wie aus den späteren, zu Grunde gelegt worden.

Der Durchschnitt ergiebt 6°,39 R.
Der höchste Stand war vom 1. bis 29. März 1830 7°,1
Der tiefste Stand war am 14. und 21. Mai 1830 5°,85
Die gröfste Differenz daher 1°,25

Während $4\frac{1}{2}$ Monate im Sommer 1830 stand das Thermometer unverändert auf 6°,1.

Es ist auffallend, dafs die Temperatur in einer so geringen Tiefe unter der Erdoberfläche einen so überaus verschiedenen Gang von der äufseren Lufttemperatur beobachtet hat, welche letztere daher nur einen sehr indirecten Einflufs darauf äufsern konnte. Die Temperatur in $4\frac{1}{8}$ Lachter Teufe nahm nämlich vom 1. März bis 21. Mai

1830 ziemlich schnell zu, stieg dann um 0°,25 R. und blieb so 4½ Monate constant; vom 12. October 1830 bis zum 5. Jan. 1831 stieg sie langsam um 0°,75 R., und erhielt sich während des Januars und Februars 1831 auf 6°,85 R.

Diese Erscheinung läſst sich theils dadurch erklären, daſs in der kälteren Jahreszeit die warmen Grubenwetter durch die schwebende Strecke und das abgebaute Feld auszuziehen suchten, und dadurch den Thermometerstand etwas erhöhten, während sie in der wärmeren Jahreszeit einen andern Weg verfolgten, theils dadurch, daſs die Wirkung der Lufttemperatur sich nur langsam und ungleichförmig bis zu dieser Tiefe in die Erde erstreckte. Im ersteren Falle müſste man eigentlich 6°,1 R. als die wahre Temperatur der Erde in dieser Tiefe betrachten, im anderen dagegen würde der Durchschnitt von 6°,39 R. der Wahrheit näher kommen.

An einem tieferen Punkte derselben Grube wurden keine Temperaturbeobachtungen gemacht; dagegen wurde auf dem etwa eine halbe Meile nördlich gelegenen *Hauptschlüssel-Stollen*, bei *Zabrze*, im Felde der *Königin-Luise-Grube*, in einer Tiefe von 23½ Lachter, ein Thermometer in der nordöstlichen Grundstrecke auf dem 70zölligen Flötze, welche nur 9 Lachter vom Stollen aus aufgefahren ist, aufgestellt, und sowohl der kleine Einbruch gehörig verblendet, als auch der starke Luftzug im Stollen durch eine Wetterthüre gänzlich abgeschnitten.

Die Temperatur war während eines ganzen Jahres, vom 1. März 1830 bis zum Schluſs Februar 1831, nach täglichen Beobachtungen, unverändert 7°,87 R., so daſs also hier der Einfluſs der Luft gänzlich abgeschnitten war.

4) In dem *Catharinenschacht* der *Brandenburg-Steinkohlengrube*, bei *Ruda*, wurde ein Thermometer 5 Lachter unter der Erdoberfläche in Kohlensandstein mit denselben Vorsichtsmaſsregeln aufgestellt, welche bei dem

Thermometer im Rabeschacht der Friedrichsgrube angewendet worden waren.

Die Beobachtungen wurden im März und April 1830 täglich, von da an bis zum 28. Febr. 1831 monatlich vier Mal gemacht. Bei der Berechnung des Durchschnitts ist nur eine gleiche Anzahl von Beobachtungen in den ersten Monaten berücksichtigt worden.

Der Durchschnitt ist	6°,69 R.
Der höchste Stand war am 17. August 1830	8°,25
Der tiefste Stand war am 2., 19., 20., 24., 29., 30., 31. März und 2., 3., 16. April 1830	5°,25
Die gröfste Differenz beträgt daher	3°

Die Schwankungen waren also sehr beträchtlich, und der Gang der Temperatur wesentlich von demjenigen verschieden, welcher sich auf der Amaliens-Wunsch-Grube so deutlich zu erkennen gab; indem hier im Catharinaschacht die Temperatur im Steigen und Fallen Aehnlichkeit mit der äufseren Lufttemperatur zeigt. Aufserdem mag die warme Grubenluft auf diese Temperatur eingewirkt haben, denn wenn man sie mit denen des Rabe-, Anna-Schachtes und der Amaliens-Wunsch-Grube vergleicht, so findet man, dafs sie um 0°,3 bis 0°,4 R. zu hoch seyn mag.

Das *untere* Thermometer ist in der südöstlichen Grundstrecke 84¾ Lachter von dem Catharinenschachte und 38⅝ Lachter von einem mit den oberen Bauen in Verbindung stehenden Ueberbruch, in der mehrbeschriebenen Art in fester Kohle aufgestellt, und durch eine Wetterthüre gänzlich von dem Luftzuge getrennt worden.

Die Beobachtungen wurden wie bei dem oberen Thermometer vom 1. März 1830 bis 28. Febr. 1831 angestellt; der Durchschnitt derselben ergiebt eine Temperatur von 8°,11 R.

Der höchste Stand war am 9. und 13. März 1830		8°,4 R.
	17. und 28. Juli	
	5. Aug.	
	21. Octob.	
Der tiefste Stand war am 1. und 15. März 1830		7°,9 R.
	28. Mai	
	17. und 25. Aug.	
	2. und 9. Sept.	
	13. Octob.	
	27. Januar 1831	
	und d. ganze Febr. 1831	
Die gröfste Differenz war daher		0°,5 R.

Bei dieser geringen Differenz war der Gang des Thermometers überaus unregelmäfsig und schwankend, und kann nur von kleinen Einwirkungen des Luftzuges hergeleitet werden, die keiner Controle zu unterwerfen waren. Der Durchschnitt scheint bei diesem Gange des Thermometers wohl Vertrauen zu verdienen.

5) In dem *Jauerschen* Bergamts-Bezirke wurden die Beobachtungen auf der tiefsten daselbst in Betrieb stehenden Grube, der Kupfergrube *Neuer Adler*, zu *Rudelstadt*, angestellt.

Die Aufstellungspunkte, welche zuerst gewählt worden waren, hatten mehrere Mängel, so dafs die Resultate der ersten Beobachtungsreihe vom 1. Sept. 1828 bis 2. Sept. 1829 nicht als genügend angesehen werden können. Während der Monate Februar, März, April 1829 konnte nicht beobachtet werden, da der untere Aufstellungspunkt ersoffen war. Beide Thermometer waren mit Flanell umwickelt worden und so in tiefe Bohrlöcher eingesenkt, welche mit einem Kork verschlossen und mit Letten verstrichen wurden. Zum Beobachten wurden die Thermometer vermittelst einer Schnur aus den Bohrlöchern gehoben.

Anfänglich wurde das obere Thermometer in dem Fröhlicher Anblick-Tageschacht in 3 Lachter Tiefe unter

der Erdoberfläche und 27 Lachter über dem Stollen aufgestellt, wo während des Sommers die Wetter einziehen, während des Winters aber ausziehen. In der oben angegebenen Zeit wurden zwanzig Beobachtungen gemacht. Der Durchschnitt ergiebt 7°,66 R.

Der höchste Stand war am 27. Juni 1829 4. Aug.	9°,69 R.
Der tiefste Stand war am 5. Mai 1829	5°,94 R.
Die gröfste Differenz	3°,75.

Die Durchschnitts-Temperatur ist wohl beträchtlich zu hoch, was aus der Einwirkung des Wetterwechsels auf das Thermometer zu erklären ist.

Das *untere* Thermometer war gleichzeitig in dem 40 Lachter-Orte, 36½ Lachter unter dem Stollen und 63½ Lachter unter dem oberen Thermometer aufgestellt.

Der Durchschnitt der zwanzig Beobachtungen ergiebt 7°,08 R.

Der höchste Stand war am 1. und 19. Sept. 1828 27. Juni 1829	7°,5 R.
Der tiefste Stand am 13. Jan. 1829	6°,25
Mithin die gröfste Differenz	1°,25.

Die Einwirkung des Luftzuges ist auch hier bei einer noch ziemlich beträchtlichen Schwankung nicht zu läugnen.

Das Resultat dieser beiden Beobachtungen würde seyn, dafs die Temperatur in der Tiefe abnimmt, indem dieselbe 3 Lachter unter Tage 0°,54 R. höher gewesen ist, als in einer Tiefe von 66½ Lachter unter Tage.

Hierauf wurden die Thermometer an andern Punkten aufgestellt, und zwar das obere in demselben Tageschachte Fröhlicher Anblick, aber in 9⅞ Lachter Tiefe unter Tage und 20 Lachter 4 Achtel 3,3 Zoll über dem Stollen. Beobachtet wurde dasselbe vom 11. Nov. 1829 bis 13. Jan. 1831, mit Ausschlufs der Zeit vom 10 Dec. 1829 bis 22. April 1830, in welcher der Aufstellungs-

punkt des *unteren* Thermometers ersoffen war, zwanzig Mal.

Der Durchschnitt dieser Beobachtungen ergiebt 6°,906 Réaumur.

Mit Ausschlufs der ersten Beobachtungen, wo das Thermometer 7° ½ zeigte, hat dasselbe nur zwischen 7° ¼ und 6° ½ geschwankt, und ist daher ziemlich constant gewesen.

Dieser Stand von 7° ¼ war am 26. Sept. 1830.

Der tiefste Stand am 22. April, 25. Mai 1830, wo es 6° ½ zeigte.

Diese Beobachtungen beweisen deutlich, dafs die ersten im Fröhlicher-Anblick-Schachte nur 3 Lachter unter Tage eine zu hohe Temperatur ergeben haben, indem dieselbe 0°,754 R. höher war, als in einer 6⅞ Lachter gröfseren Tiefe.

Wenn man auch nicht annehmen wollte, dafs die Temperatur von 6,906 für eine Tiefe von 9⅞ Lachter unter Tage zu hoch sey, so kann man dieselbe doch nicht für die der Erdoberfläche gelten lassen.

Das *untere* Thermometer wurde in dem 33 Lachter-Orte der Neuen Adlergrube, und 31 Lachter 7 Achtel 0,2 Zoll, mithin 52 Lachter 3 Achtel 3,5 Zoll, unter dem oberen Thermometer, und etwa 60 Lachter söhlig davon entfernt, aufgestellt, und während der angegebenen Zeit zwanzig Mal beobachtet; die Durchschnitts-Temperatur ergiebt sich zu 7°,469 R.

Der höchste Stand von 8° zeigte sich nur allein bei der ersten Beobachtung, sonst hat dasselbe bei elf Beobachtungen 7° ½ gezeigt, und am niedrigsten 7° ¼ an demselben Tage gestanden, wo auch das obere Thermometer den tiefsten Stand zeigte. Dieser letztere Umstand möchte beinahe auf eine gleichzeitige Einwirkung der äufseren Luft auf beide Thermometer schliefsen lassen. Obgleich bei der zweiten Beobachtungsreihe das untere Thermometer 4¾ Lachter höher stand, als bei der ersten, so

ergiebt doch der Durchschnitt für jene einen 0°,349 R. höheren Stand.

Die Beobachtungen sind von dem Bergamts-Director v. Rohr und dem Ober-Einfahrer Förster angestellt worden.

6) In dem *Wettiner* Bergamts-Bezirke sind die Beobachtungen auf dem *Löbejüner* Steinkohlen-Reviere, größtentheils auf dem *Hoffnungschachte*, gemacht worden.

Das *obere* Thermometer hat vom Sept. 1828 bis 30. Juni 1830 in 3 $\frac{3}{4}$ Lachter Tiefe des Hoffnungschachtes nicht im festen Gestein, sondern in Bruchstein-Mauerung gestanden, und ist dabei dem Einflusse des Luftzuges sehr unterworfen gewesen. Die Beobachtungen sind wöchentlich angestellt worden. Bis Schluſs 1829 hat das Thermometer zwischen 10° und 11° R. geschwankt, und nur im Dec. 1829 einmal 9° $\frac{3}{4}$ gezeigt.

Vom 6. Jan. bis 30. Juni 1830 sind 29 Beobachtungen von dem Geschwornen Hoffmann gemacht worden.

Der Durchschnitt derselben ist 9° R.

Der höchste Stand war am 17., 24. und 30. Juni 1830	10° $\frac{1}{4}$ R.
Der tiefste Stand war am 20. Febr. 1830	6° $\frac{3}{4}$
Die gröſste Differenz daher	3° $\frac{1}{2}$.

Der ungewöhnlich tiefe Stand im Februar war eine Folge, daſs die frischen Wetter in den Hoffnungschacht einfielen, während sonst die Grubenwetter gewöhnlich daraus ausziehen.

Da die Verhältnisse es offenbar nicht gestatteten, an diesem Punkte ein bestimmtes Resultat zu erlangen, so wurde dieses Thermometer nach dem benachbarten *Gotthilfschachte* versetzt, und dort in 8 $\frac{1}{2}$ Lachter Tiefe unter Tage im Kohlengebirge aufgestellt, und vom 3. Juli bis 30. Dec. 1830 fünfundzwanzig Mal beobachtet.

Die Durchschnitts-Temperatur ist hier zu 8°,6 R. gefunden worden.

Der höchste Stand war am 3. und 10. Juli 1830 9° $\frac{3}{4}$ R.

Der tiefste Stand war am 24. und 30. Dec. 1830 7° R.
Die gröſste Differenz daher 2°,75

Dieses Resultat kann noch kein bestimmtes Resultat gewähren, da es sehr wahrscheinlich ist, daſs der Durchschnitt des ersten halben Jahres geringer ausgefallen seyn würde.

Das *untere* Thermometer, auf der Sohle des Hoffnungschachtes in 70 Lachter Tiefe unter der Erdoberfläche aufgestellt, ist vom Sept. 1828 bis 30. Dec. 1830, also 2¼ Jahr lang wöchentlich, beobachtet worden, und hat in dieser ganzen Zeit unverändert auf 11° R. gestanden.

7) In dem *Mansfeldischen* Bergamts-Bezirke sind die Beobachtungen auf dem *Schafbreitener* Reviere des Kupferschiefer-Bergbaues angestellt worden.

Das *obere* Thermometer wurde in dem Schachte *T* in 5 Lachter Tiefe unter der Erdoberfläche in sandigem Lehm aufgestellt, und vom 14. Aug. 1829 bis zum 31. Dec. 1830 unter Aufsicht des Schichtmeisters Plümicke 73 Mal beobachtet.

Die Durchschnitts-Temperatur beträgt 7°,67 R.

Der höchste Stand war am 4., 11., und 15. September und 2. October 1829 8°,15 R.
Der tiefste Stand am 5. Februar 1830 7°,35
Die gröſste Differenz beträgt daher 0°,8

So gering diese Schwankungen auch seyn mögen, so ist doch die gefundene mittlere Temperatur wahrscheinlich durch die aus dem Schachte *T* ausziehenden Grubenwetter erhöhet, und deren Wirkung nur so compensirt, daſs die Gleichförmigkeit dadurch wenig unterbrochen wurde.

Das *untere* Thermometer ist in dem Querschlage von dem blinden *T*-Schachte nach der dritten Gezeugstrecke in feuchtem Rothliegenden 53½ Lachter unter dem oberen aufgestellt, und gleichzeitig mit demselben beobach-

tet worden. Der Durchschnitt der Beobachtungen ist 7°,85 R.

Der höchste Stand am	21. Aug. 1829	8°,16 R.
	25. Sept.	
	9. Juli 1830	
	25. Sept.	
	9. und 16. Oct.	
Der tiefste Stand am	15. Febr. 1830	7°,16
Die gröfste Differenz daher		1°

Die Schwankungen sind daher hier am unteren Thermometer um etwas gröfser, als am oberen, und der Gang beider ziemlich übereinstimmend, was nur allein der Wirkung des Luftzuges, und bei dem unteren Thermometer auch dem zutretenden Wasser zugeschrieben werden kann. Auffallend ist es immer, dafs die gröfste Temperatur an beiden Aufstellungspunkten gleich gewesen, und am unteren öfter beobachtet ist, die niedrigste dagegen an dem unteren Punkte noch geringer gewesen ist, als an dem oberen.

8) In dem *Märkischen* Bergamts-Bezirke wurden diese Beobachtungen auf der Steinkohlengrube *Trappe*, unfern *Wetter an der Ruhr*, angestellt.

Das *obere* Thermometer wurde in dem Göpelschachte in 4½ Lachter Tiefe, in einen kleinen Einbruch in Schieferthon und ein 9 Zoll tiefen, 1 Fufs vom Schachtstofse entfernten Bohrloch eingelassen, mit Bohrmehl von demselben Gestein umgeben und der Einbruch mit einer gut schliesfsenden Thüre verwahrt.

Vom 27. Febr. bis 29. Dec. 1829 sind 21 Beobachtungen durch den Steiger Diekerhof gemacht worden; der Durchschnitt derselben ergiebt 8°,082.

Der Stand war, mit Ausnahme der ersten Beobachtung, welche nur 7°,725 ergab, 8°,1 durchaus constant.

Vom 12. Jan. bis zum 30. Dec. 1830 sind durch den Geschwornen Jakob und Obersteiger Lind 35 Beobachtungen angestellt worden; der Durchschnitt ergiebt 8°.

Die Schwankungen waren nur zwischen 8°,1 und 7°,85. Den ersteren Stand zeigte das Thermometer während Januar, Februar, März, August, vom 13. October bis 24. November, am 18. und 28. Dec.; den letzteren bei den übrigen Beobachtungen.

Die Schwankungen der ersten Beobachtungsreihe sind	0°,375 R.
Die Schwankungen der zweiten Beobachtungsreihe sind	0°,25

Dennoch ist das Resultat beträchtlich zu hoch, und ist die mittlere Lufttemperatur jener Gegend gewifs um mehr als 1°,5 R. niedriger als die gefundene. Der Grund dieser Erscheinung kann theils in den warmen aus dem Goepelschachte ausziehenden Grubenwettern liegen, theils aber auch in dem Umstande, dafs vor drei Jahren die Pfeiler des 5 Fufs starken Trapper-Kohlenflötzes um den Göpelschacht abgebaut worden sind, wodurch die festen gegen 40 Lachter mächtigen darüber liegenden Sandsteinbänke zu Bruche gingen und starke Reibungen erzeugten, die wohl jetzt noch nicht ganz aufgehört haben mögen.

Das *untere* Thermometer wurde in dem Querschlage in der Trapper tiefen Erbstollensohle nach St. Peter etwa 370 Lachter von dem Göpelschachte söhlig entfernt, und 53¾ Lachter unter dem oberen Aufstellungspunkt, in sandigem Schieferthone, in einer ganz gleichen Weise wie im Göpelschachte angebracht.

Die Beobachtungszeiten waren dieselben wie bei dem oberen. Der Durchschnitt der ersten Reihe giebt 8°,36 R. Mit Ausschlufs des Novembers und Decembers 1829, wo die Temperatur nur 8°,15 war, zeigte sich dieselbe constant 8°,4 R., mithin die gröfste Differenz nur 0°,25.

Der Durchschnitt der zweiten Beobachtungsreihe giebt 8°,02 R.

Der höchste Stand war am 12. u. 21. Jan. 1830 } 8°,15 R.
19. Apr.
vom 14. Mai bis z. 16. Spt.
8. Octob.
8. u. 29. Nov.
7. Decemb.

Der tiefste Stand war am 6. Mai u. 29. Spt. 1830 7°,65
Mithin die gröfste Differenz 0°,5

Auffallend ist es, dafs der gewöhnliche Stand der ersten Beobachtungsreihe das Maximum in der zweiten um 0°,25 übertrifft, und das überhaupt die Temperatur in der letzteren Zeit sich um 0°,34 R. gegen die in der ersten vermindert hat.

Die Temperatur des oberen und unteren Beobachtungspunktes in der letzten Zeit weicht nur sehr wenig von einander ab, und es möchte hieraus zu schliefsen seyn, dafs die Luft, welche einen sehr langen Weg in der Grube zu durchlaufen hat, und dadurch zur Annahme einer gleichförmigen Temperatur gezwungen worden ist, vielen Einflufs auf die Thermometer ausgeübt habe.

Die durchschnittliche Temperatur des oberen Punktes ergiebt sich aus beiden Beobachtungsreihen zu 8°,041 Réaumur, des unteren zu 8°,19 R.

9) In dem *Essen-Werdenschen* Bergamts-Bezirke wurde die Steinkohlengrube *Sälzer* und *Neue Ack*, ¼ Meile westlich von Essen gelegen, zu diesen Beobachtungen gewählt.

Das *obere* Thermometer wurde in dem Josinaschachte, 4½ Lachter unter der Oberfläche, in einem kleinen Orte, und 2 Fufs von der Seitenfläche des Schachtes aufgestellt. Die zu beobachtenden Grade ragen aus der Sohle hervor, und wird daher das Thermometer bei der Beobachtung nicht berührt. Der Aufstellungspunkt liegt in aufgeschwemmtem Sandgebirge, weil das feste Steinkohlengebirge erst 7 bis 8 Lachter tiefer angetroffen wird. Da-

her ist auch dieses Thermometer dem Einflusse der äufseren Temperatur sehr ausgesetzt gewesen.

Die Beobachtungen wurden unter Aufsicht des Bergraths Heintzmann von dem Steiger Kersten gemacht.

Der Durchschnitt von 44 Beobachtungen, vom 12 Januar bis 30. Juni 1829, ergiebt 6°,021 R.

Der höchste Stand war am 23. u. 30. Juni 1829	7°,8 R.
Der tiefste Stand war am 24. Januar 1829	3°
Die gröfste Differenz	4°,8

Der Durchschnitt von 33 Beobachtungen vom 2. Juli bis 30. Dec. 1829 ergiebt 8°,303 R.

Der höchste Stand war vom 20. Juli bis 24. September 1829 beständig	9°,4 R.
Der tiefste Stand war am 30. Dec.	3°,8
Die gröfste Differenz daher	5°,6

Der Durchschnitt von 33 Beobachtungen vom 4. Jan. bis 23. Juni 1830 ergiebt 6°,795 R.

Der höchste Stand war am 14. u. 23. Juni 1830	8°,8 R.
Der tiefste Stand war am 4. u. 12. Jan. 1830	4°,4
Die gröfste Differenz	4°,4

Der Durchschnitt von 13 Beobachtungen vom 21. October bis 29. Dec. 1830 ergiebt 8°,92 R.

Der höchste Stand war vom 21. Octob. bis 24. Nov. 1830 beständig	9°,2 R.
Der tiefste Stand war am 29. Dec. 1830	6°,2
Die gröfste Differenz daher	3°
Der Durchschnitt von 77 Beobachtungen im Jahre 1829 ist	7°,162 R.
Der Durchschnitt von 46 Beobachtungen im Jahre 1830 ist	7°,549
Das Mittel aus sämmtlichen 123 Beobachtungen ist	7°,255

Obgleich in diesem letzteren die Beobachtungszeit vom 23. Juni bis 21. Octob. fehlt, so kann diese letzten Zahl doch als ziemlich richtig angenommen werden.

Aus den beträchtlichen Schwankungen des Thermometers

meters geht zwar hervor, dafs die äufsere Temperatur wahrscheinlich wegen der lockeren Beschaffenheit des Gebirges, worin dasselbe aufgestellt war, sehr stark darauf einwirkte, aber bei den regelmäfsigen Beobachtungen gleichen sich diese Einwirkungen so aus, dafs die Durchschnitts-Resultate der Wahrheit ziemlich nahe kommen mögen. Es scheint wenigstens, dafs die Grubenwetter keinen bedeutenden Einflufs hierauf ausgeübt haben.

An dem *unteren* Beobachtungspunkte wurden zwei Thermometer aufgestellt; das eine in der gewöhnlichen Art in einem kleinen Einbruche und in einem Bohrloche, welches 20 Zoll von dem Seitenstofse entfernt war, das zweite Thermometer wurde in ein 4 Fufs tiefes Bohrloch versenkt, und bei jeder Beobachtung an einer Schnur herausgezogen.

Der erste Aufstellungspunkt wurde in dem Querschlage gewählt, welcher aus dem Waldhausenschachte vom Flötze Röttgersbank nach Herrnbank führt, 20$\frac{1}{4}$ Lachter vom Schachte entfernt, in einer Sandsteinbank. Obgleich der Einbruch mit einer guten Thüre versehen war, so zeigten doch die Beobachtungen des ersten halben Jahres, dafs an diesem Punkte die Einwirkung der Luft auf das Thermometer zu grofs sey, denn die Temperatur wechselte von 5° bis 8°. Deshalb veränderte man diesen Aufstellungspunkt, und brachte die beiden Thermometer in eine kleine Strecke auf dem Flötze Röttgersbank, durch welche gar kein Luftzug stattfindet, wo sie in dem unter dem Flötze liegenden Sandstein ganz eben so, wie oben beschrieben, und 33$\frac{1}{2}$ Lachter unter dem oberen Beobachtungspunkte aufgestellt wurden. Das auf die gewöhnliche Art aufgestellte Thermometer wurde mit *A*, dasjenige, welches bei den Beobachtungen aus dem Bohrloche herausgezogen wird, mit *B* bezeichnet. Die Beobachtungen wurden gleichzeitig mit den oberen angestellt, und gaben vom 2. Juli bis 30. Dec. 1829 bei 33 Beobachtungen als Durchschnitt:

A. 8°,265 R.
B. 8°,465 } Unterschied von *A* u. *B* 0°,200 R.

Höchster Stand *A* v. 24. Aug. bis 10. Nov. 1829 8°,4
B v. 24. Aug. bis 10. Nov. 1829 8°,6

Tiefster Stand *A* während des Dec. 1829 8°
B während des Dec. 1829 8°,2

Die gröfste Differenz bei *A* 0°,4
B 0°,4

Die 33 vom 4. Jan. bis 23. Juni 1830 angestellten Beobachtungen ergeben als Durchschnitt:

A. 8°,033 R.
B. 8°,133 } Unterschied von *A* u. *B* 0°,1 R.

Höchster Stand *A* vom 4. bis 23. Juni 1830 8°,2
B vom 4. bis 23. Juni 1830 8°,4

Tiefster Stand *B* während der übrigen Zeit 8°
B v. 15. Febr. bis 11. Mai 1830 8°

Die gröfste Differenz bei *A* 0°,2
bei *B* 0°,4

Die 13 vom 21. Octob. bis 29. Dec. 1830 angestellten Beobachtungen ergeben als Mitteldurchschnitt:

A. 8°,366 R.
B. 8°,566 } Unterschied zwisch. *A* u. *B* 0°,2 R.

Der höchste Stand *A* am 21. Oct. u. 24. Nov. 1830 8°,6
B am 21. Oct. u. 24. Nov. 1830 8°,6

Der tiefste Stand *A* am 29. Dec. 1830 7°,6
B am 29. Dec. 1830 8°

Die gröfste Differenz bei *A* 1°
bei *B* 0°,6

Der Durchschnitt von 66 Beobachtungen vom 2. Juli 1829 bis zum 23. Juni 1830 beträgt:

nach *A.* 8°,149 R.
B. 8°,299

Der Durchschnitt aus allen 79 Beobachtungen ergiebt sich:

nach *A.* 8°,184 R.
B. 8°,342

als Mittel wird sich daher wohl 8°,263 annehmen lassen.

Der constante Unterschied zwischen dem im Bohrloche feststehenden Thermometer *A* und demjenigen *B*, welches daraus zu den Beobachtungen herausgezogen wird, ist allerdings bemerkenswerth, *B* hat im Durchschnitt eine 0°,16 R. höhere Temperatur als *A* gezeigt, welches wohl nur davon herrühren möchte, daſs die Luft in der Grube wärmer als das Gestein ist, und mehr auf das Thermometer *B* einwirken konnte, auch wohl selbst der Beobachter auf dieses letztere noch einigen Einfluſs ausübte; die Vergleichung der höchsten und niedrigsten Temperatur ergiebt übrigens, daſs hiebei manche Umstände einwirken, von denen es schwer seyn dürfte Rechenschaft zu geben.

10) In dem *Siegener* Bergamts-Bezirke sind die Beobachtungen auf der Spatheisensteingrube *Stahlberg*, bei *Müsen*, angestellt worden.

Das *obere* Thermometer wurde in dem Kniggelweger Stollen, 5 Lachter unter der Erdoberfläche, in der gewöhnlichen Art in einem Bohrloche in Grauwacke aufgestellt. Die Beobachtungen sind vom 9. Aug. 1828 bis zum 27. Dec. 1830 wöchentlich, anfänglich von dem Vice-Geschwornen Jung, dann von dem Fahrburschen Nöh gemacht worden.

Vom 9. Aug. bis 24. Dec. 1828 gaben 20 Beobachtungen als Durchschnitt 6°,09 R.

Der höchste Stand war am 9. Aug., 4., 18. und 25. Sept. 1828	6°,25 R.
Der tiefste Stand war am 7. Nov. 1828	5°,52
Die gröſste Differenz daher	0°,75

Der Durchschnitt von 25 Beobachtungen vom 7. Jan. bis 29. Juni 1829 beträgt 5°,85 R.

Der höchste Stand war vom 16. April bis 29. Juni 1829	6°,12 R.
Der tiefste Stand war am 21. Jan. 1829	5°
Die gröſste Differenz daher	1°,12

Der Durchschnitt von 26 Beobachtungen vom 6. Juli bis 28. Dec. 1829 ist 5°,75 R.

33 *

Der höchste Stand war am 13. Juli, 10. August und 21 Sept. 1829 6°,19 R.
Der tiefste Stand war am 21. Dec. 1829 3°,9
Daher die gröfste Differenz 2°,29

Der Durchschnitt von 26 Beobachtungen vom 4. Jan. bis 28. Juni 1830 ergiebt sich zu 5°,64 R.
Der höchste Stand war vom 1. bis 28. Juni 1830 6°,12 R.
Der tiefste Stand war am 15. Febr. 4°,4
Die gröfste Differenz daher 1°,72

Der Durchschnitt von 26 Beobachtungen vom 5. Juli bis 27 Dec. 1830 ist 5°,94 R.
Der höchste Stand war vom 5. Juli bis 1. Nov. 1830 6°,12 R.
Der tiefste Stand war am 20. und 27. Dec. 1830 5°
Die gröfste Differenz daher 1°,12
Das Mittel des J. 1829 aus 51 Beobachtungen ist 5°,8
1830 aus 52 Beobachtungen ist 5°,79
Das Mittel von sämmtlichen 123 Beobachtungen 5°,84

Diese drei Durchschnitte weichen so wenig von einander ab, dafs es gleichgültig ist, welcher späterhin den Betrachtungen zu Grunde gelegt werden soll.

Der Gang der Temperatur zeigt deutlich eine Einwirkung der äufseren Luft, und besonders der kalten Winterluft, da die Durchschnitte den respectiven Maximis viel näher liegen als den Minimis. Diefs hängt damit zusammen, dafs im Winter die äufsere Luft in den Kniggelweger Stollen einzieht, und dadurch den Stand des Thermometers erniedrigt.

Im Jahre 1829 zeigte sich der höchste Thermometerstand vom 16. April bis zum 21. Sept., der tiefste am 21. Jan. und 21. Dec. Der höchste Stand ist dabei sehr gleichförmig, und hat überhaupt in 2½ Jahre nur um 0°,25 R. geschwankt; der tiefste Stand ist dagegen sehr unregelmäfsig, und hat in einzelnen halben Jahren um 1°,6 R. geschwankt.

Im Jahre 1830 war der höchste Thermometerstand

vom 1. Juni bis 1. Nov. ohne Unterbrechung; der tiefste dagegen am 15. Febr., am 20. und 27. Dec.

Man könnte hieraus folgern, dafs die wahre Temperatur des Gesteins 6°,12 R. an diesem Punkte sey, und dafs nur die im Winter einströmende kalte Luft den Hauptdurchschnitt um 0°,28 R. erniedrigt habe. Indessen dringen auch während des Sommers warme Grubenwetter aus dem Stollen heraus, welche selbst eine sehr beständige Temperatur haben, und daher auch die des Thermometers gleichförmig machen können und etwas erhöhen werden. Aus diesem Grunde ist dem gefundenen Durchschnitte von 5°,84 R. in diesem Falle mehr Vertrauen zu schenken.

Das *untere* Thermometer auf dieser Grube war in der zehnten Etage in der Grundstollensohle eben so aufgestellt, wie das obere, und wurde gleichzeitig mit demselben vom 9. Aug. 1828 bis zum 27. Dec. 1830 beobachtet; es hat in dieser Zeit mit wenigen Ausnahmen auf 6°,925 R. gestanden, niemals, und nur

am 9. Aug. 1828,
am 4., 18. und 25. Sept. 1828,
vom 9. Octob. bis 24. Dec. 1828,
am 7. und 14. Dec. 1829

auf 7°,05 oder 0°,125 höher.

Diese Veränderungen sind sehr unbedeutend, und wird dadurch der Durchschnitt sämmtlicher 123 Beobachtungen auf 6°,933 R. oder um 0°,008 R. erhöhet.

11) In dem *Dürener* Bergamts-Bezirke wurden diese Beobachtungen in einer der tiefsten Steinkohlengrube des Preufs. Staates, *Vieslap*, unfern *Herzogenrath*, gemacht.

Das *obere* Thermometer wurde in einem Lichtloche nahe bei dem Maschinenschachte, in 4 Lachter unter der Erdoberfläche, im Schieferthon des Steinkohlengebirges aufgestellt, und vom 9. Jan. 1829 bis zum 21. Aug. 1830, wo das Tiefste der Grube ersoff, von dem Obersteiger

C. Dumont, unter Anleitung des Geschwornen Wadsak, monatlich 2 Mal und überhaupt 44 Mal beobachtet.

Der Durchschnitt von 14 Beobachtungen des ersten halben Jahres 1829 ergiebt 7°,068 R.

Der höchste Stand war am 12. u. 26. Juni 1829	7°,488 R.
Der tiefste Stand war am 6. und 17. Febr., 6. März und 3. April 1829	5°,988
Die gröfste Differenz daher	1°,5

Der Durchschnitt von 13 Beobachtungen des zweiten halben Jahres 1829 ergiebt 7°,448 R.

Der höchste Stand war, mit Ausnahme des 10. Juli, wo derselbe nur 6°,988 R. war, bei allen übrigen Beobachtungen 7°,488. Die gröfste Differenz daher 0,5 R.

Der Durchschnitt von 13 Beobachtungen in dem ersten halben Jahre von 1830 ergiebt 7°,098.

Mit Ausnahme der Beobachtungen am 8., 22. Jan. und am 5. Febr. 1830, wo der höchste Stand von 7°,488 Réaumur eintrat, zeigten sämmtliche andere 6°,988 R., mithin eine Differenz von 0°,5 R.

Der Durchschnitt von 40 Beobachtungen ist daher 7°,068 R.

Der Durchschnitt von 27 Beobachtungen des Jahres 1829 7°,058 R.

Bei den geringen Abweichungen kann der Durchschnitt als ziemlich richtig angenommen werden.

Gleichzeitig mit dem oberen Thermometer *A* wurde in der gröfsten damals zu erreichenden Tiefe ein anderes *D* aufgestellt, und zwar in der Nähe des Förderschachtes im Hangendem des Flötzes Steinknipp, $\frac{9}{10}$ Lachter von dem Flötze entfernt, in festem Schieferthon, in einer Tiefe von 111 Lachter unter dem oberen Thermometer.

Der Durchschnitt von 14 Beobachtungen des ersten halben Jahres 1829 ergiebt 11°,163 R.

Der höchste Stand war am 17. Febr., 6. und 20. März und 29. Mai 1829	11°,556 R.

Der tiefste Stand war am 6. Febr. 1829 10°,556 R.
Die gröfste Differenz daher 1°

Der Durchschnitt von 13 Beobachtungen des zweiten halben Jahres 1829 ergiebt 11°,979 R.
Am 10. Juli 1829 stand das Thermometer 11°,056 R.
Sonst durchgehends 12°,056

Die gröfste Differenz daher 1°

Der Durchschnitt von 13 Beobachtungen des ersten halben Jahres 1830 beträgt 11°,671 R.
Der höchste Stand war am 8., 22. Jan. und 5. Febr. 1830 12°,056 R.
Sonst immer 11°,556
Die gröfste Differenz daher nur 0°,5

Der Durchschnitt von 40 Beobachtungen ist daher 11°,604 R.

Der Durchschnitt von 27 Beobachtungen des Jahres 1829 11°,571 R.

Von den Differenzen, welche hiebei vorkommen, und die in einzelnen Beobachtungen allerdings auffallend genug sind, ist keine Rechenschaft zu geben möglich. Das Mittel verdient jedoch bei den 1½ Jahr fortgesetzten Beobachtungen Vertrauen.

Späterhin wurden auf derselben Grube noch zwei Thermometer in gleichen Zwischenräumen zwischen dem unteren und oberen, also 37 Lachter und 74 Lachter unter dem oberen Thermometer aufgestellt, welche mit *B* und *C* bezeichnet werden sollen. Beide stehen in den Fahrgesenken auf dem stehenden Flügel des Flötzes Grofs-Mühlenbach im hangenden festen Schieferthon, und sind während des zweiten halben Jahres 1829 und des ersten halben Jahres 1830, vom 10. Juli 1829 bis 26. Juni 1830, 26 Mal beobachtet worden. Die Luft zieht schwach durch die Fahrgesenke aus der Grube.

Der Durchschnitt der Beobachtungen mit dem Thermometer *B* ergiebt 7°,175 R.

Der höchste Stand war 7°,514 R. vom März bis Juni

1830, während der übrigen Zeit war der Stand fordauernd 7°,014, die gröfste Differenz 0°,5; die Temperatur also sehr gleichförmig.

Das Thermometer *C* stand durchaus unverändert während der ganzen Zeit auf 7°,942.

Am 10. Juli 1830 war ein fünftes Thermometer abermals 37 Lachter unter dem mit *D* bezeichneten aufgestellt worden, indessen verhinderten Umstände eigener Art, dafs die drei bis zum 21. Aug. gemachten Beobachtungen gebraucht werden können; alsdann mufsten aber sämmtliche Thermometer wegen des Aufganges der Wässer herausgenommen werden.

Aus diesen Beobachtungen ergiebt sich die diesem Aufsatze am Schlusse hinzugefügte Haupt-Zusammenstellung, in welcher zugleich einige der sich am ersten darbietenden Resultate enthalten sind.

Es bleiben derselben noch folgende Bemerkungen hinzuzufügen.

1) Die darin angegebenen Tiefen der Beobachtungspunkte unter der Erdoberfläche beruhen durchgängig auf Markscheidermessungen; die Höhen über dem Meeresspiegel theils ganz auf Barometermessungen, theils auf combinirten barometrischen Nivellements und markscheiderischen Angaben. Nur die Höhe der Grube Vieslap, bei Herzogenrath, über dem Meeresspiegel, ist nicht gemessen, sondern nur geschätzt.

2) Die Beobachtungen der nahe unter der Erdoberfläche aufgestellten Thermometer auf

Fröhlichem Anblick, bei Rudelstadt,
Gotthilfschacht des Löbejüner Reviers,
Schacht *T*, bei Eisleben

und den Göpelschachte auf Trappe, bei Wetter weichen in ihren Durchschnitts-Resultaten beträchtlich von der mittleren Lufttemperatur ab, welche jenen Orten zu-

, und liefern höhere Temperaturen, als nach Mafs-
er sieben anderen Beobachtungen zu erwarten gewe-
ire. Die Gründe, welche dafür sprechen, dafs diese
lien der aus den Gruben ausströmenden erwärmten
geschrieben werden müssen, sind bereits bei den ein-
Beobachtungen speciell angegeben worden. Die
ate dieser Beobachtungen lassen sich daher auch
nit den andern vergleichen. Es ist daher versucht
1, sie durch die mehr übereinstimmenden Beobach-
an den übrigen sieben Punkten zu corrigiren. Als
es Resultat dieser letzteren ergiebt sich, dafs in ei-
öhe von 763 Pariser Fufs über dem Meeresspiegel
2,07 Par. Fufs unter der Erdoberfläche die Tem-
: zwischen dem 50° und 51° ½ nördlicher Breite
R. sey. Nach der Annahme, dafs die Lufttempe-
n der Erdoberfläche nahe auf 600 Par. F. um 1° R.
nt, sind nun die den respectiven Meereshöhen ent-
enden Temperaturen berechnet, und unter der Be-
ig: corrigirte Temperatur, in der Haupt-Zusammen-
g angegeben. Die Abweichungen derselben von
eobachtungen steigen kaum über 1° ⅓, und sind
lgt:

	Meereshöhe des Beobachtungspunktes.	Beobachtete Temperatur.	Corrigirte Temperatur.	Differenz der beobachteten u. corrigirten Temperat.
	Par. F.	Réaum.	Réaum.	Réaum.
hlicher Anblick	1364	6°,906	5°,544	1°,362
ejün . . .	229,6	8 ,6	7 ,433	1 ,167
afbreite . .	444,04	7 ,67	7 ,076	0 ,594
ppe . . .	626	8 ,041	6 ,773	1 ,368

) Es war nur auf einigen Punkten möglich, die
ometer unmittelbar senkrecht über einander, oder
tens so aufzustellen, dafs die Oberflächenpunkte,
welchen sie senkrecht standen, in einem Niveau

lagen. Diese Aufstellung liefs sich nur auf folgenden Punkten bewirken:

1) Friedrichsgrube,
2) Charlottengrube,
6) Löbejüner Revier,
7) Schafbreiter Revier,
11) Vieslapgrube.

Auf den übrigen sechs Beobachtungspunkten lagen die Oberflächenpunkte senkrecht über den Thermometern nicht in gleichem Niveau. Bei einigen derselben trat der Fall ein, dafs die Gegend, wo das obere Thermometer aufgestellt war, höher lag, als diejenige, unter welcher senkrecht sich das tiefere befand; bei andern aber der entgegengesetzte Punkt.

Der Oberflächenpunkt senkrecht über dem oberen Thermometer liegt *höher*, als derjenige senkrecht über dem unteren Thermometer auf der Grube.

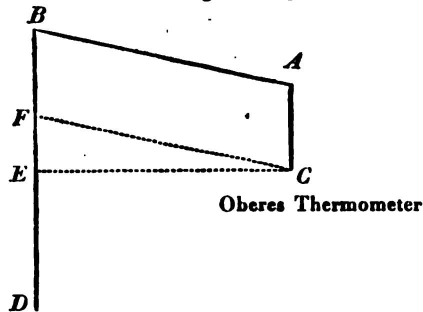
3) Amaliens-Wunsch- und Hauptschlüssel-Stollen um	85,1 Par. F.
4) Fröhlicher Anblick und Neuer Adler	30,3
9) Sälzer und Neue Ak	25,1

Der Oberflächenpunkt senkrecht über dem oberen Thermometer liegt dagegen *tiefer*, als derjenige senkrecht über dem unteren Thermometer auf der Grube.

4) Brandenburg um	16,9 Par. Fufs
8) Trappe	78,1
10) Stahlberg	25,6

Wenn mehrere unterirdische Temperaturbeobachtungen mit einander verglichen werden sollen, so ist es nothwendig, die Differenzen der zusammengehörigen auf ein bestimmtes Maafs zurückzuführen. Sind die Beobachtungen senkrecht über einander gemacht, so ist die Differenz der Temperatur auf diese senkrechte Entfernung zu beziehen. Diefs ist aber unzulässig, wenn, wie in den vorbenannten Fällen, die Oberfläche, unter der die Beob-

achtungen angestellt worden sind, nicht in einem Niveau liegt. In dem in folgender Figur dargestellten Falle kann

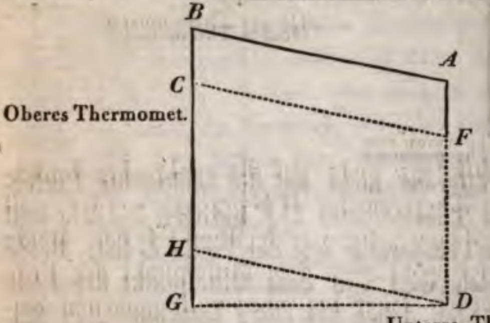


die Temperaturdifferenz nicht auf die senkrechte Entfernung der beiden Thermometer *DE* bezogen werden, weil *E* nicht dieselbe Temperatur wie der Punkt *C* hat. Beide liegen zwar gleich weit von dem Mittelpunkt der Erde entfernt, und würden daher bei einer vollkommenen Kugelgestalt derselben, wofern die Temperatur von dem einfachen Gesetze gleichförmiger Erkaltung abhängig wäre, gleiche Temperatur haben; da aber die Erkaltung von der Erdoberfläche ausgeht, so ist dieselbe in *E* nicht so weit fortgeschritten wie in *C*. Aber auch der Punkt *F*, welcher gleich weit von der Oberfläche entfernt liegt wie *C*, hat nicht dieselbe Temperatur. Denn *B* ist kälter als *A*, mithin mufs *F* aus zwei Gründen kälter als *C* seyn, weil er eben so weit von *B* entfernt liegt als *C* von *A*, und weiter von dem Mittelpunkte der Erde als *C*. Da nun der Punkt *F* kälter als *C*, *E* hingegen wärmer als *C* ist, so mufs es zwischen *F* und *E* einen Punkt geben, der gleich warm mit *C*; und auf die senkrechte Höhe desselben über *D* mufs die Temperaturdifferenz von *C* und *D* bezogen werden.

Da aber die Beobachtungen selbst gar keinen Anhalt darbieten, um den zwischen *F* und *E* liegenden mit *C* gleich warmen Punkt zu bestimmen, auch sonst dazu keine Data vorhanden sind, so blieb nur übrig in der Hauptzusammenstellung die Temperaturdifferenz

DF, d. h. auf die Differenz der beiden Beobachtungspunkte unter der Erdoberfläche, als auch auf *ED*, d. h. auf den senkrechten Abstand beider von einander, oder was dasselbe ist, auf die Differenz der Meereshöhe beider Beobachtungspunkte zu beziehen.

Bei dem in nachstehender Figur dargestellten Falle ist das Verhalten noch etwas verwickelter. Es ist aber



klar, dafs *DF*, oder die Tiefen beider Beobachtungspunkte unter der Erdoberfläche nicht zum Anhalten genommen werden kann, weil *F* wärmer als *C* seyn mufs; eben so wenig kann *CG*, oder die Differenz der Meereshöhe beider Beobachtungspunkte, dazu dienen, weil *G* wärmer als *D* seyn mufs. Ein Punkt, der senkrecht unter *C*, dem oberen Beobachtungspunkte, liegt, und gleich warm ist mit *D*, dem unteren Beobachtungspunkte, wird daher zwischen *H* und *G* liegen.

Wenn in diesem letzteren Falle *D*, oder das untere Thermometer, in einer sehr beträchtlichen Tiefe unter der Oberfläche steht, so wird der mit *D* gleich warme Punkt viel näher an *G* als an *H* liegen, oder das wahre Maafs, worauf die Temperaturdifferenz bezogen werden mufs, ist sehr nahe gleich dem senkrechten Abstande beider Thermometer von einander. Wenn dagegen in dem ersteren Falle die Tiefe von *C* unter der Oberfläche nur gering ist, so wird sich das wahre Maafs bei weitem mehr der Tiefendifferenz der Beobachtungspunkte unter der Erdoberfläche nähern.

Immer wird das wahre Maafs der Temperaturzunahme zwischen denen liegen, welche aus den für die Berechnung gemachten Ausnahmen hervorgehen.

4) Die Temperaturbeobachtungen in geringer Tiefe von 25,7 bis 63,4 Par. F. unter der Oberfläche zeigen Schwankungen, welche von 0°,75 R. bis 5°,6 R. reichen. Diejenigen vier dieser Beobachtungen, welche sich am weitesten in ihren Resultaten von den übrigen entfernen, zeigen im Ganzen geringe Schwankungen, und nur bei einer derselben, auf dem Gotthilfschacht des Löbejüner Reviers, gehen dieselben bis 2°,75 R.

Wenn man diese Beobachtungen nach der bereits oben erwähnten Methode corrigirt, so erhält man dafür folgende Werthe:

	Meereshöhe des oberen Beobachtungspunktes.	Beobachtete corrigirte Temperatur.		Differenz dieser beiden Temperaturen.
	Par. F.	Grade Réaum.		
1) Friedrichsgrube	965,2	6,26	6,208	—0,052
2) Charlottengrube	814,1	6,31	6,460	+0,15
3) Amaliens Wunsch	936,6	6,39	6,258	—0,132
4) Brandenburggrube	840,2	6,69	6,417	—0,273
9) Sälzer u. Neue Ak	219,9	7,255	7,45	+0,195
10) Stahlberg . .	1295,6	5,84	5,658	—0,182
11) Vieslap . . .	274	7,068	7,36	+0,292

Es ergiebt sich hieraus, dafs diese Beobachtungen unter einander sehr gut übereinstimmen, und wenn auch nicht die mittlere Lufttemperatur selbst darstellen, doch ihrer respectiven Meereshöhe nach sich gegen einander sehr nahe eben so verhalten, wie die Lufttemperaturen selbst.

Data zur unmittelbaren Vergleichung dieser Temperaturen mit der mittleren Lufttemperatur sind nur einige

vorhanden. In Siegen, welches etwa zwei Meilen von dem Stahlberge entfernt liegt, wurde in einer Meereshöhe von 746 Par. F. die mittlere Lufttemperatur des Jahres 1829 aus 2190 Beobachtungen des Zeichners Conrad zu 6°,35 R. ermittelt; hienach müfste die Temperatur der Luft beim Stahlberge in einer Meereshöhe von 1295,6 Pariser Fufs 5°,434 seyn. Dieselbe wurde aber in einer Tiefe von 32,1 Par. Fufs unter der Erdoberfläche zu 5°,84 gefunden, mithin Differenz 0°,406 R. Die corrigirte Temperatur jenes Punktes ist 5°,658, mithin die Differenz gegen die Lufttemperatur nur 0°,224 R.

In Essen, welches nahe bei der Grube Sälzer und Neue Ak liegt, wurde aus täglichen, des Morgens, Mittags und Abends auf der Nordseite des Bergamtshauses angestellten Beobachtungen die mittlere Lufttemperatur des Jahres 1829 und 1830 zu 8°,085 R. hergeleitet. Die Meereshöhe ist der des Josinaschachtes ziemlich gleich. Diese Lufttemperatur weicht daher von der beobachteten 28,9 Par. F. unter der Oberfläche 0°,83 ab, und von der corrigirten 0°,635.

Die Lufttemperatur zu Essen ist zu hoch gefunden, weil die geringere nächtliche Temperatur dabei gar nicht berücksichtigt worden ist. Aus diesem Grunde ist dieselbe auch höher gefunden, als die unter der Erdoberfläche.

Die mittlere Lufttemperatur von Halle, welches ungefähr zwei Meilen von Löbejün entfernt liegt, ist, in einer Meereshöhe von 265 Par. F., nach vierjährigen Beobachtungen zu 6°,1 R. bestimmt worden (was aber zu niedrig zu seyn scheint). Hienach sollte die Lufttemperatur zu Löbejün in einer Meereshöhe von 229,6 Par. F. 6°,16 seyn; die Temperatur in 54,6 Par. F. Tiefe ist aber zu 8°,6 gefunden, welches eine Differenz von 2°,44 ergiebt. Die corrigirte Temperatur ist 7°,076, die Differenz ist daher 0°,916 R.

Die Lufttemperatur auf dem Schafbreiter Reviere, bei

Eisleben, sollte nach den Beobachtungen in Halle 5°.81 Réaumur seyn, die Erdtemperatur in 32,1 Par. F. Tiefe ist unmittelbar gefunden zu 7°,67 R., daher die Differenz 1°,86 R. Die corrigirte Temperatur ist 7°,076 R., daher hier die Differenz 1°,266 R. ist.

Man sieht hieraus, dafs die Beobachtungen nicht sehr viel von der wahren Temperatur der Erdoberfläche abweichen können.

5) Die Temperaturbeobachtungen in gröfserer Tiefe unter der Erdoberfläche zeigen durchweg eine Zunahme der Temperatur von der Oberfläche nach dem Inneren hin; sie sind in einer Tiefe von 145,2 bis 738,41 Par. F. angestellt, und ergeben bei 1 bis $2\frac{1}{2}$jähriger Dauer keine gröfseren Schwankungen als 1° R.

Bei vier Beobachtungen wurde die Temperatur durchaus constant gefunden, bei einer Beobachtung betrug die gröfste Differenz 0°,125 R., bei einer 0°,25 R., bei drei 0°,5, und endlich bei vier Beobachtungen 1° R.

Bei diesen geringen Schwankungen fortgesetzter Beobachtungen sollte man glauben, ziemlich nahe die wahre Temperatur der Erdschichten erhalten zu haben, worin die Thermometer aufgestellt waren. Bei den meisten Beobachtungen standen die Thermometer in der gröfsten Tiefe der Gruben; die äufsere eindringende Luft konnte den Thermometerstand nur erniedrigen, die Resultate können nicht zu hoch seyn.

Nur die beiden Thermometer *B* und *C* auf der Vieslapgrube standen nicht im Tiefsten dieser Grube. Ihre Resultate weichen sehr von denen aller übrigen Beobachtungen ab, aber sie erscheinen gegen diese nicht zu hoch, sondern zu niedrig. Der Grund dieser Erscheinung kann um so viel weniger angegeben werden, als die erwärmte Grubenluft aus den Fahrgesenken schwach auszog, in deren Seitenstöfsen die Thermometer eingesetzt waren. Aus diesen Beobachtungen würde folgen, dafs die Temperatur auf die ersten 237,5 Fufs Tiefe beinahe

gar nicht, auf die zweiten sehr wenig, und endlich auf die dritten sehr viel zunehme. Die Wärmezunahme beträgt unter dem oberen Thermometer *A*:

bis 237,5 P. F.	0°,107 R.,	für 1° R. also	2242 P. F.
von 237,5 bis 474,1 -	0°,767 -	- - - -	309 -
von 474,1 bis 712,7 -	3°,662 -	- - - -	64,8 -

Da das Thermometer *C* durchaus constant gewesen ist, *B* während eines Jahres nur Schwankungen von 0°,5 Réaumur gezeigt hat, so kann ein directer Einfluſs der äuſseren in die Grube dringenden Luft auf dieselben nicht wohl stattgefunden haben. Es scheint daher wirklich, daſs die Oberflächentemperatur an diesem Punkte sehr tief in die Erde eingedrungen sey, welche Fortpflanzung aber nicht durch die eindringenden Wässer herrühren kann, da die Aufstellungspunkte der Thermometer ziemlich trokken waren.

6) Wenn die angestellten Beobachtungen mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit die wahre Temperatur der Erdschichten in verschiedenen Tiefen ergeben, so muſs die ungemeine Verschiedenartigkeit auffallen, mit welcher die Temperatur von der Oberfläche an zunimmt. Wenn die Beobachtungen der Thermometer *B* und *C* auf Vieslap nicht berücksichtigt und bei den Beobachtungen No. 5, 6, 7 und 8 die corrigirten Temperaturen zu Grunde gelegt werden, so differiren die berechneten Tiefen, bei denen die Temperatur um 1° R. zunimmt von 60 Par. F. bis 444 Par. F. Diese groſse Veränderlichkeit scheint darauf hinzudeuten, daſs die Oberflächentemperatur an dem einen Punkte in viel gröſsere Tiefen eingedrungen ist, als an andern, wodurch an dem ersteren von der Oberfläche wieder eine viel geringere Zunahme der Wärme gefunden werden wird, als an dem letzteren. Dennoch wird es interessant seyn, die Mittelwerthen kennen zu lernen, welche sich aus diesen verschiedenen Beobachtungen ergeben.

7) Ohne Berücksichtigung der Vieslaper Thermometer

B

B und *C*, und mit Anwendung der corrigirten Temperaturen bei den Beobachtungen No. 5, 6, 7 und 8 ergiebt sich als Mittelwerth der sämmtlichen 11 Beobachtungen:

A. Auf eine mittlere Tiefendifferenz der Thermometer unter der Erdoberfläche von 303,2 Par. F. und einer Tiefe des oberen Thermometer von 36,4 Par. F. unter der Oberfläche entspricht der Wärmezunahme von 1° R. die Tiefe von 207,3 Par. Fuſs.

B. Auf eine mittlere Differenz der Meereshöhe beider Thermometer von 304,26 Par. F. und einer Tiefe des oberen Thermometers von 36,4 Par. F. unter der Oberfläche, entspricht der Wärmezunahme von 1° R. die Tiefe von 207,8 Par. Fuſs.

8) Trennt man die Steinkohlengruben, auf denen Beobachtungen angestellt worden sind, von den erzliefernden Gruben, auf denen Bleiglanz, Kupferkies, Kupferschiefer und Spatheisenstein gewonnen wird, so ergiebt sich als Mittelwerth von 7 Beobachtungen auf Steinkohlengruben:

A. Auf eine mittlere Tiefendifferenz der Thermometer, unter der Erdoberfläche von 320,2 Par. F. und einer Tiefe des oberen Thermometers von 34,5 Par. F., entspricht der Wärmezunahme von 1° R. die Tiefe von 146,7 Par. F.

B. Auf eine mittlere Differenz der Meereshöhe beider Thermometer von 321,2 Par. F. und einer Tiefe des oberen Thermometers von 34,5 Par. F. unter der Oberfläche entspricht der Wärmezunahme von 1° R. die Tiefe von 148,6 Par. F.

Der Mittelwerth aus vier erzliefernden Gruben ist:

A. Bei einer mittleren Tiefendifferenz der Thermometer unter der Oberfläche von 273,4 Par. F., und einer Tiefe des oberen Thermometers von 39,9 Par. F. entspricht der Wärmezunahme von 1° R. die Tiefe von 316,5 Par. Fuſs.

B. Bei einer mittleren Differenz der Meereshöhe

beider Thermometer von 274,7 Par. F., und einer Tiefe des oberen Thermometers von 39,9 Par. F. entspricht der Wärmezunahme von 1° R. die Tiefe von 311,5 Par. F.

9) Wenn bei Ziehung dieser Resultate diejenigen Beobachtungen gar nicht berücksichtigt werden, bei denen die oberen corrigirten Temperaturen angewendet worden sind, so erhält man für die übrigbleibenden 7 Beobachtungen folgende Mittelwerthe:

A. Bei einer Tiefendifferenz der Thermometer unter der Oberfläche von 263,6 Par. F., und einer Tiefe des unteren Thermometers von 32,07 P. F. entspricht einer Wärmezunahme von 1° R. eine Tiefe von 181,1 P. F.

B. Bei einer Differenz der Meereshöhe beider Thermometer von 276,2 Par. F. entspricht einer Wärmezunahme von 1° R. die Tiefe von 187,8 Par. Fufs.

Hiebei kommen auf die Beobachtungen in 5 Steinkohlengruben folgende Mittelwerthe:

A. Bei einer Tiefendifferenz der Thermometer unter der Oberfläche von 282,4 Par. F., und einer Tiefe des unteren Thermometers von 33,5 Par. F. unter der Oberfläche entspricht einer Wärmezunahme von 1° R. eine Tiefe von 123,3 Par. Fufs.

B. Bei einer Differenz der Meereshöhe beider Thermometer von 303,1 Par. F. entspricht der Wärmezunahme von 1° R. die Tiefe von 137,2 Par. Fufs.

Aus den Beobachtungen auf zwei erzliefernden Gruben ergiebt sich:

A. Bei einer Tiefendifferenz der Thermometer unter der Oberfläche von 221,7 Par. F., und einer Tiefe des oberen Thermometers von 32,1 Par. F. entspricht einer Wärmezunahme von 1° R. die Tiefe von 325,5 P. F.

B. Bei einer Differenz der Meereshöhe beider Thermometer von 208,9 Par. F. entspricht einer Wärmezunahme von 1° R. die Tiefe von 313,5 Par. Fufs.

Es ergiebt sich aus diesen Resultaten, dafs die Wärme in den Steinkohlengruben im Allgemeinen bedeutend schnel-

ler zunimmt als in den metallischen Gruben. Ob diese gröfsere Wärmezunahme durch die Zersetzung von Schwefelkiesen und Steinkohle hervorgebracht wird, welche erst durch die Eröffnung der Gruben herbeigeführt wird, oder ob sie Folge ist von der Localität der Gruben mufs zweifelhaft gelassen werden.

10) Auf der Friedrichs- und Brandenburg-Grube, dem Amaliens Wunsch- und Hauptschlüssel-Stollen sind die Beobachtungen bei den geringsten Tiefendifferenzen unter allen angestellt worden:

A. Die Differenz der Tiefe der Thermometer unter der Oberfläche ist 121,9 Par. F. im Mittel. Die Wärmezunahme von 1° R. entspricht einer Tiefe von 172,2 Pariser Fufs.

B. Die Differenz der Meereshöhe beider Thermometer ist 144,6 Par. F. Der Wärmezunahme von 1° R. entspricht die Tiefe von 189 Par. F. Die Tiefe des oberen Thermometers unter der Oberfläche ist hiebei 30,9 Pariser Fufs.

Die Beobachtungen auf den Gruben Vieslap, Trappe und dem Löbejüner Reviere sind dagegen bei der gröfsten Tiefendifferenz der Beobachtungspunkte angestellt worden; und es ergiebt sich hieraus:

A. Die Tiefendifferenz der Thermometer unter der Oberfläche ist 510,6 Par. F. Der Wärmezunahme von 1° R. entspricht die Tiefe von 188,6 Par. Fufs.

B. Die Differenz der Meereshöhe beider Thermometer ist 481,7 Par. F. Der Wärmezunahme von 1° R. entspricht die Tiefe von 169,3 Par. Fufs.

Die Tiefe des oberen Thermometers unter der Oberfläche ist hiebei 35,6 Par. Fufs.

Es scheint auffallend, dafs die Wärmezunahme bei einer Tiefendifferenz beider Thermometer von 121,9 Par. Fufs sich nicht wesentlicher von derjenigen bei einer Tiefendifferenz von 510,6 Par. F. unterscheidet; indem beide, wenn man den Durchschnitt der angenommenen Metho-

den A und B nimmt, beinahe mit einander übereinstimmen, erstere geben 180,6 Par. F., letztere 178,95 Par. F. als der Wärmezunahme von 1° R. entsprechend.

Die Beobachtungen sind jedoch zu wenig zahlreich, um hieraus bestimmte Folgerungen ziehen zu können.

11) Wenn die Temperaturen der Oberflächenpunkte, die senkrecht über den tieferen Thermometern liegen, nach der angegebenen Methode berechnet werden, und hieraus die Tiefen berechnet werden, welche der Wärmezunahme von 1° R. entsprechen, so erhält man folgende Uebersicht:

	Meereshöhe.	Berechnete Temperatur.	Tiefe d. unteren Therm. unter d. Oberfläche.	Tiefe, welche der Zunahme der Wärme v. 1° R. entspricht.
	Par. Fufs	Grad.R.	Par. F.	Par. F.
1) Friedrichsgrube .	997	6,155	154,5	347
2) Charlottengrube .	859	6,385	322	131
3) Hauptschlüsselstoll.	879	6,355	159	105
4) Brandenburggrube	891	6,332	145,2	77
5) Neuer Adler . . .	1396,7	5,490	370,3	187
6) Löbejüner Revier	292,7	7,328	449,5	122
7) Schafbreiter Revier	476,1	7,023	375,6	454
8) Trappe	730,6	6,6	450,8	274
9) Sälzer u. Neue Ak	223,7	7,443	218,9	267
10) Stahlberg	1353,6	5,562	353,1	258
11) Vieslap	300	7,316	738,4	172

Mittel hieraus ist, dafs bei einer Tiefe von 339,8 Pariser Fufs unter der Oberfläche die Temperaturzunahme von 1° R. der Tiefe von 218 Par. F. entspricht.

Der Unterschied, der sich hiebei gegen das früher erhaltene Resultat sämmtlicher Beobachtungen von 207,8 Pariser Fufs zeigt, rührt hauptsächlich davon her, dafs dort die Tiefen von dem oberen Thermometer, hier aber von der Oberfläche an gerechnet sind.

12) Aus der Hauptzusammenstellung geht hervor:

	Tiefe des unteren Thermometers unt. d. Oberfläche.	Beobachtete Temperatur.
	Par. F.	Grade R.
Brandenburggrube .	145,2	8,21
Friedrichsgrube . . .	154,5	6,60
Hauptschlüsselstollen	159	7,87
Sälzer und Neue Ak	218,9	8,263

Mittel: In einer Tiefe von 169,3 unter der Oberfläche beträgt die beobachtete Temperatur 7°,736 R.

Ferner:

	Tiefe des unteren Thermometers unt. d. Oberfläche.	Beobachtete Temperatur.
	Par. F.	Grade R.
Neuer Adler	370,3	7,469
Löbejüner Revier .	449,5	11
Trappe	450,8	8,19
Vieslap	738,4	11,604

Mittel: In einer Tiefe von 502,25 F. unter der Oberfläche beträgt die beobachtete Temperatur 9°,666 R.

Aus diesen beiden Mittelwerthen folgt, dafs bei einer Tiefendifferenz der Thermometer von 332,95 Par. F., und einer Tiefe des oberen unter der Erdoberfläche von 169,3 F. der Wärmezunahme von 1° R. die Tiefe von 172°,5 entspricht.

Dieses Resultat stimmt mit demjenigen ziemlich nahe überein, welches §. 10 aus anderen Elementen erhalten worden ist, und welches für 1° R. Wärmezunahme

180,6 Par. Fufs und
178,95 - - ergiebt.

Aus diesen vielen und sehr von einander abweichenden Mittelwerthen ergiebt sich, dafs diese Beobachtungen noch nicht hinreichend sind, um aus ihnen allgemeine Resultate über die Progression der Wärmezunahme im Innern der Erde ableiten zu können.

(Die zu diesem Aufsatz gehörige Tafel findet sich am Schlufs des Hefts.)

II. *Beobachtungen über das Nordlicht vom 7. Januar* 1830.
(Schlufs.)

So weit reichen die Nachrichten, welche mir von verschiedenen Orten her über die Erscheinungsweise des merkwürdigen Nordlichts vom 7. Jan. d. J. zu Händen gekommen sind. Ich habe nun noch die magnetischen und meteorologischen Beobachtungen mitzutheilen. Um indefs die Mittheilung des Hrn. Prof. Hansteen's nicht zu unterbrechen, lasse ich zunächst einige Beobachtungen und darauf gestützte Betrachtungen folgen, zu denen nicht gerade das Nordlicht vom 7. Januar Veranlassung gab. Die bei Gelegenheit des letzteren Phänomens angestellten Messungen mögen den Schlufs dieser Zusammenstellung bilden.

Das von Hrn. Johnson erwähnte Nordlicht vom 13. December 1830 wurde auch von mir, fährt Hr. Professor Hansteen fort, hier in Christiania von 9$\frac{1}{4}$ bis 11$\frac{1}{4}$ Nachmittags gesehen, doch ohne dafs es irgend eine merkliche Störung in der Stellung der Magnetnadel verursachte. Am 7. Januar 1831 war der Himmel in Christiania überzogen, so dafs keine Spur des Nordlichtes gesehen werden konnte. Unglücklicherweise wurde daher die Stellung der Magnetnadel nur um 11 Uhr Vormittags und um 11$\frac{1}{4}$ Nachmittags aufgezeichnet; also vor und nach dem Nordlichte, und sie stand beide Male auf ihrem gewöhnlichen Punkte, doch des Abends ein Paar Minuten *westlicher* als gewöhnlich.

Nachstehende Liste enthält ein Verzeichnifs der Tage, an welchen Nordlichter und merkbare Störungen im Gange der Magnetnadel in Christiania nach meiner Heimkehr seit dem Anfange des Juli 1830 beobachtet worden sind. Die mit * bezeichneten Tage sind solche, an welchen der Him-

mel bezogen war, so dafs blofs ein Leuchten hinter den Wolken, verbunden mit starken Unregelmäfsigkeiten an der Magnetnadel, beobachtet wurde. An den übrigen Tagen hat sich das Nordlicht ganz unzweifelbar gezeigt. Ein Paar Nordlichter, welche von Andern bemerkt wurden, habe ich vergessen in meinem Tagebuche anzuführen.

1830.

Juli 7.*, 23.* Summe =2.

Aug. 1.*, 11. (stark), 14., 22.*, 26., 27. (stark), 29.*, 30 (stark), 31. Summe =9.

Sept. 7. (stark), 9. (ziemlich stark), 13.*, 16., 17. (der Himmel bedeckt, starke Unregelmäfsigkeiten an der Magnetnadel von 5¾ bis 11¼ Uhr Nachmittags), 21., 25.* Summe =7.

Oct. 2.*, 4. (starke Unregelmäfsigkeiten an der Magnetnadel), 5.*, 6. (die Nadel war überaus unruhig von $9^h 45'$ bis $11^h 22'$ Nachmittags, da sie in wenigen Secunden 16′ vor- und rückwärts wanderte; die Extreme lagen diesen Abend $1^0 34'$ aus einander), 7. (starkes Nordlicht, 8.*, 9. (die Bewegungen der Nadel nach Osten sehr grofs), 10.*, 11.*, 12.*, 13., 14., 15.* (die Nadel sehr unruhig), 16., 17. (schöner Nordlichtbogen), 18. (Bogen südlich vom Zenith), 28.*, 31. Summe =18.

Nov. 1.*, 3.*, 4. (zwei Bogen, die Nadel in starker Bewegung), 5., 11., 15., 18., 26. Summe =8.

Dec. 5., 6., 7. (starkes Nordlicht nördlich und südlich vom Zenith mit Farben; die Bewegungen der Nadel ungewöhnlich grofs; dauerte von $5^h 40'$ bis $11^h 7'$); 11.*, 12.*, 13., 14., 15.*, 22., 23.*, 25. (die Nadel durchlief einen Bogen von $2^0 55'$ in zwei Zeitminuten). Summe =11.

1831.

Jan. 7., 8.*, 9., 10.*, 11.*, 12., 13., 14., 18. Summe =9.

Febr. 1., 6., 7., 12. Summe =4.

März 1. (drei Bogen), 7.*, 8. (Nordlicht stark und die Nadel sehr unruhig), 12. (die Nadel sehr unruhig von 11 bis 11 $\frac{1}{2}$ Uhr), 23. Summe =5.

April 1., 2., 3., 7., 10., 13., 17., 18. 19. (Nordlicht mit Krone, das stärkste von ihnen allen. Die Extreme der Veränderungen der Nadel lagen 6° 12′ von einander). Die Summe mit Einschlufs des 20. Aprils =9.

Aus diesen Beobachtungen lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1) Wiewohl die kurzen Tage in den Monaten November, December, Januar und Februar die Beobachtung des Nordlichtes begünstigen, sieht man es doch *häufiger* in den Zeiten der *Tag- und Nachtgleiche* oder bald nach derselben, als in anderen Zeiten des Jahres. Dieses hat schon Mairan bemerkt, und stimmt auch mit meinen mehrjährigen Erfahrungen überein. Die zu der Zeit anfangende Erwärmung oder Abkühlung der Polargegenden mufs wohl die Ursache davon seyn.

2) Während aller Nordlichter um die Frühlings-Tag- und Nachtgleiche 1830 bis zu Ende des Jahres waren die *Bewegungen der Magnetnadel fast ausschliefslich nach Osten gerichtet;* bei den Nordlichtern 1831 waren östliche Bewegungen selten, und *westliche* dagegen die *allgemeinsten* und sehr grofs. Sollte man hierin vielleicht einen Gegensatz finden, da der Nordpol in der Herbst-Tag- und Nachtgleiche *abgekühlt*, in der Frühlings-Tag-Nachtgleiche *erwärmt* wird?

3) In den letzten 10 bis 12 Jahren hat die Häufigkeit des Nordlichtes sehr zugenommen, und so häufig, wie um diese beiden letzten Tag- und Nachtgleichen habe ich es selbst in meinen Kinderjahren, d. i. seit 1793, hier in Christiania nicht gesehen. Es ist *klar*, dafs wir *jetzt am Anfange einer neuen Nordlichtperiode stehen*. Die vorige fing 1707 mit dem merkwürdigen Nordlichte an, welches der berühmte Ole Römer den 1. Febr. in *Ko-*

penhagen beobachtete (einige wenige schwache waren jedoch einige Jahre früher von ihm bemerkt worden), war um 1752 am stärksten und hörte um 1790 auf, worauf eine Pause von etwa 20 bis 25 Jahren eintrat, während welcher nur im hohen Norden Nordlichter, und noch dazu schwache, gesehen wurden.

Von solchen Perioden habe ich geglaubt seit dem Jahre 502 vor Christi Geburt bis auf unsere Zeit 24 nachweisen zu können, von welchen besonders die neunte, von 541 bis 603, die zwölfte, von 823 bis 887, die zweiundzwanzigste, von 1517 bis 1588, und die vierundzwanzigste, von 1707 bis 1788 sich durch ungewöhnlich starke und häufige Nordlichter auszeichneten.

Die gröſste unordentliche Bewegung der Magnetnadel bei einem Nordlichte, innerhalb 24 Stunden, ist von Wargentin zu 5°, und von Wilcke sogar zu 5° 30′ (Magn. d. Erde, S. 470) beobachtet worden. Während des starken Nordlichtes am verwichenen 19. April durchwanderte die Nadel hier in Christiania von 10^h 44′ bis 11^h 31′ einen Bogen von 6° 12′. Da diese unordentliche Bewegung also die gröſste ist, welche bisher von Jemand bemerkt wurde, und die Bewegungen der Magnetnadel vielleicht an anderen Orten in Europa gleichzeitig mögen beobachtet worden seyn, so will ich hier die Beobachtungen von diesem Abend anführen.

Mein Compaſs ist in einem Fenster beſestigt, und die Nadel schwankt im April, vermöge der täglichen regelmäſsigen Bewegung, von 9 Uhr Vormittags bis 1 oder 2 Uhr Nachmittags von 0° 22′ bis 0° 29′ westlich. Die Unregelmäſsigkeiten am 19. zeigten sich schon um 2¾ Uhr Nachmittags, denn die Stellung der Nadel war folgende (+ bezeichnet westliche, — östliche Stellung):

8^h 32′	Vorm.	+0°	23′,0	2^h 52′	Nachm.	+0°	52′,5
11 14	-	+0	25,5	2 53	-	+0	25,0
2 47	Nachm.	+0	18,0	2 54	-	+0	25,0
2 49	-	+1	0,0	3 25	-	+0	21,0
2 50	-	+1	3,5	6 17	-	+0	32,5

Um $2^h 45'$ wanderte die Nadel in wenigen Secunden von $+0^\circ 14',5$ bis $+0^\circ 18',0\frac{1}{2}$. Der Himmel war völlig heiter. Um $2^h 50'$ bemerkte ich, ungeachtet des starken Sonnenscheines, am nördlichen Himmel in 50° Höhe, ganz in derselben Stellung wie die gewöhnlichen Nordlichtbogen, Etwas, was Aehnlichkeit mit einem schwachen dunstigen Bogen hatte, und ich vermuthete also, dafs wir am Abend ein starkes Nordlicht zu sehen bekommen würden. Um $6^h 17'$ war der Himmel gleichsam mit einem schwachen, perlgrauen, durchsichtigen Schleier überzogen. Wahrscheinlich hat die Nadel von $3^h 25'$ bis $6^h 17'$ während ich abwesend war, mehrere unregelmäfsige Bewegungen gemacht.

$9^h 22'$	Nachmitt.	$+0^\circ 22',0$	ein schwacher Nordlichtbogen.
9 28	-	+0 20,0	2 Nordlichtbogen südlich vom Zenith; der nördliche durch α Ursae majoris und Gemini, der südliche durch Cor Caroli und etwas nördlich vom Saturn, der jetz dem Regulus (Cor Leonis) nahe steht. Starke Strahlungen im Osten.
9 29	-	+0 16,0	
9 31	-	+0 13,5	
9 34	-	+0 4,0	
9 36	-	+0 7.0	
9 37	-	+0 8,0	
10 38	-	+0 13,0	Starke Bewegungen in der Lichtmasse.
10 44	-	−1 42,0	Es bildete sich eine Krone in der geraden Linie zwischen η Ursae majoris und Cor Caroli, etwa mitten zwischen diesen Sternen.
10 45	-	−1 28,5	
10 48	-	−1 32,0	Starke Strahlenschüsse über den ganzen Himmel von S., N., O. und W. zum Zenith.
10 53	-	+0 10,0 −0 10,0	Die Nadel wanderte in wenigen Secunden vor- und rückwärts zwischen diesen Gränzen.
10 55′ 30″	-	−0 55	Die ganze Zeit hindurch eine sehr dichte Lichtmasse 10° bis 15° über dem Horizonte im Norden, aus welcher die Flammen zum Zenith emporstiegen.
10 55 45	-	−0 30	
10 56 10	-	−0 30	
10 56 45	-	+0 30	
10 57 10	-	+0 50	

)h	57′	10″	Nachmitt.	+1°	5′	Die Krone zeigte sich jetzt ungefähr mitten in dem Dreiecke, welches von η Ursa maj., Cor Caroli und γ Bootis gebildet wird.
l	0	0	-	+0	11	
l	5	45	-	+0	40	
l	6	15	-	+0	50	
l	7	0	-	+0	57	
l	7	45	-	+1	0	
l	8	45	-	+1	6	
l	9	20	-	+1	16	
l	10	0	-	+1	26	
l	10	45	-	+1	19	
l	11	45	-	+1	5	
l	12	15	-	+1	2	
l	15	15	-	+1	52	
l	17	0	-	+2	49	
l	18	0	-	+3	4′,5	
l	18	30	-	+3	0,5	
l	19	0	-	+2	58,0	
l	19	30	-	+3	3,5	
l	20	0	-	+3	8,0	
l	20	45	-	+3	13,0	
l	21	45	-	+3	34,0	
l	22	30	-	+3	47,5	
l	23	10	-	+3	49,5	Das Nordlicht wie zuvor, doch vielleicht etwas schwächer.
l	26	0	-	+3	3,5	
l	29	0	-	+3	8,0	
l	31	0	-	+3	0	ging in wenigen Secunden von einem zum andern Punkt.
				+4	30	
l	32	0	-	+3	0	ging in 10″ durch diesen Raum
				+3	50	
l	32	30	-	+3	40	in 4″ oder 5″ von einem zum andern Punkt.
				+3	50	
l	33	15	-	+3	50	
	35	45	-	+3	49	Noch Flammen um das Zenith.
	37	0	-	+3	49	
	37	45	-	+3	58	
	38	45	-	+3	30,5	
	40	45	-	+2	24	
	41	15	-	+2	5	
	43	0	-	+1	45	

11^h 44′ 0″ Nachmitt.	+1° 2′,5		
11 45 30	-	+0 31	
11 46 10	-	+0 28	
11 48 0	-	+0 23,5	Das Nordlicht hatte zum Theil nachgelassen.
11 48 30	-	+0 22,0	
11 49 0	-	+0 20,0	Fängt wieder vom Norden her an.
11 59 30	-	+0 45,0	
12 1 0	-	+0 31,5	

Der gröfste *östliche* Stand der Nadel trat also an diesem Abende 12^h 44′ Nachmittags ein . . . . $=-1°$ 42′,5
Ihr gröfster *westlicher* Stand um 11^h 31′ $=+4$ 30,0

Also durchwanderte sie in 47′ einen Bogen $=6°$ 12′,5

Am folgenden Morgen, um 8^h 42′ Vormittags, stand die Nadel auf ihrer gewöhnlichen Stelle $=+0°$ 22′. Der starke Mondschein während des ganzen vorigen Abends raubte den Flammen des Nordlichts einen Theil ihres Glanzes; denn sonst würde es sich wahrscheinlich als eins der stärksten gezeigt haben, die ich jemals gesehen. Die hier angeführten Stundenzeiten sind Christiania's mittlere Zeit.

Was nun die magnetischen Beobachtungen während des Nordlichts vom 7. Januar betrifft, so wurden ausführliche Reihen derselben nur in *Paris* und in *Berlin* angestellt, doch nahm man auch an einigen anderen Orten den störenden Einflufs dieses Meteors auf die Magnetnadel gewahr.

So bemerkte Hr. Johnson in Christiansand einige Unruhe an der $3\frac{1}{2}''$ langen Nadel seines Compasses; und Hr. Morton in *Pézenas* (*Bibliotheq. universelle. Fevr.* 1831, *p.* 149), der an jenem Tage um 4 Uhr Nachmittags gerade einige Versuche mit mehreren Magnetnadeln

machte, fand dieselben, ohne dafs er etwas vom Nordlicht wufste, von ganz auffallend unregelmäfsigem Gange *).

Auf den Königl. Bergämtern zu *Siegen* und *Düren* werden seit einigen Jahren fortlaufende Beobachtungen an der Magnetnadel angestellt, drei Mal täglich, an ersterem Orte, um 9^h Vormittags, 12^h Mittags und 6^h Abends, am letzteren um 10^h V., 12^h M. und 4^h Ab. Hr. Prof. Bischoff in Bonn hat die Güte gehabt, mir einen Auszug aus den Beobachtungsjournalen zu übersenden. Nach diesen war die Abweichung:

Am 7. Jan. 1831.	In Siegen.	In Düren.
9^h Vorm.	18° 40′ W.	21° 2′ 40″ W.
12 Nachm.	18 45	21 4 20
4 -		21 6
6 -	18 45	20 1 2
$6\frac{3}{4}$ -		20 18
9 -	18 4	

Die Abweichung war also in Siegen um 9^h Abends 41′, und in Düren um $6\frac{3}{4}{}^h$ Abends 46′ 20″ kleiner als am Mittag desselben Tages.

Das Mittel aller Beobachtungen im J. 1830 beträgt, nach Hrn. Prof. Bischoff, für Siegen =19° 58′ 2″, und für Düren =20° 56′ 5″.

Hienach wäre das Minimum der Abweichung

in Siegen 1° 54′ 2″

und in Düren 55 3

kleiner als das Mittel.

Auch im Bergamt zu *Saarbrück* wird ein regelmäfsiges Journal über den Gang der Magnetnadel geführt; doch beobachtete man am 7. Jan. nicht aufserhalb der gewöhnlichen Zeit (9^h V. 12^h, M. und 3^h N.), und nahm daher den Einflufs des Nordlichts nicht gewahr.

In *Paris* bemerkte Hr. Arago schon in den Früh-

*) Dagegen will Hr. Sturgeon in *Woolwich* durchaus keine Störung an der Magnetnadel bemerkt haben.

stunden des Abends Störungen in dem Gange der Magnetnadel, die ihm die Vorboten eines Nordlichts zu seyn schienen *). Die Bewegung nach *Westen*, welche gewöhnlich um 1¼ Uhr Nachmittags einhält, dauerte bis 5 Uhr Abends fort. Um diese Zeit war die westliche Abweichung um 12′ 40″ *stärker*, als sie insgemein zu seyn pflegt.

Von 5 Uhr an gerechnet nahm die westliche Abweichung ab. Die Abnahme betrug 43′ 8″ um 6^h 10′; 48′ 37″ um 6^h 15′, und 50′ 58″ um 6^h 18′. Dann nahm die Abweichung wieder zu und erreichte um 7^h 15′ ein Maximum. Nach einigen Augenblicken der Ruhe wanderte die Nordspitze der Nadel wieder nach Ost. Um 8^h 30′ wurde wieder ein Minimum der Declination beobachtet. Verglichen mit der Declination um 5 Uhr ergab sich, daſs die Störung, welche die horizontale Nadel durch das Nordlicht erlitten hatte, 1° 6′ 47″ betrug. Die Beobachtungen sind etwa bis 5′ sicher.

Einen nicht weniger deutlichen Einfluſs hatte das Nordlicht auf die *Inclinationsnadel*. Indeſs zeigte diese Nadel in ihrem Gange kleine Beziehungen zu den gleichzeitigen Schwankungen der Declinationsnadel. So z. B. nahm bisweilen die Declination zu, während die Inclination abnahm, wogegen bisweilen beide im gleichen Sinne sich veränderten. Zu mehreren Malen geschah es auch, daſs die eine Nadel in Ruhe blieb, während die andere die stärksten Veränderungen erlitt.

Die schwächste Inclination im Laufe des Tages trat um 2^h 10′ Nachmittags ein, die stärkste um 7^h 35′. Die gesammte Veränderung betrug 21 Minuten, eine Gröſse, die auſserordentlich erscheinen muſs, wenn man erwägt, daſs sonst in dieser Jahreszeit die tägliche Variation kaum gröſser als 1 Minute ist.

Während das Nordlicht am stärksten war, gab das atmosphärische Elektrometer der Sternwarte durchaus keine

*) *National* vom 12. Jan. d. J.

Anzeigen von Elektricität. Diefs bestätigt die von Hrn. Arago gemachte Beobachtung, dafs zwischen dem Nordlicht und der Elektricität keine Beziehung da ist *).

In *Berlin* wurde die Magnetnadel *dreifach* beobachtet, von Hrn. Prof. Dove an dem Gambey'schen Declinatorium des Hrn. v. Humboldt, von Hrn. Dr. Moser nach seiner in diesen Annalen, Bd. XX S. 431, beschriebenen Methode, und von Hrn. Dr. Ermàn an den auf seiner sibirischen Reise gebrauchten Instrumenten. Die Beobachtungen bilden drei getrennte Reihen, da jeder der genannten Physiker ohne Wissen der andern in seiner Wohnung beobachtete, und dabei von einem willkührlich gewählten Nullpunkt ausging; sie lassen sich indefs durch einige gleichzeitige Ablesungen auf einander zurückführen, und zu einer einzigen, ziemlich vollständigen Reihe verknüpfen. In nachstehender Tafel ist diese Reduction bereits vollzogen, und zwar sind sämmtliche Beobachtungen auf den Nullpunkt des Dr. Moser zurückgeführt, weil er, obgleich auch willkührlich gewählt, am westlichsten liegt, und deshalb gestattet, die Ablenkungen der Nadel, unter denen die ihres Nordendes zu verstehen sind, immer nach einer Richtung zu zählen. Diese Richtung geht hier von West nach Nord, so dafs das Wachsen der Zahlen den Gang des Nordendes der Nadel nach Osten oder eine Verringerung der westlichen Abweichung bezeichnet. Die Beobachtungen des Prof. Dove sind mit einem *D*, und die des Dr. Moser mit einem *M* versehen; alle übrigen Beobachtungen, sowohl über die Declination, als auch Inclination und Intensität sind von Dr. Erman angestellt, und erstrecken sich, gleich wie die Declinationsbeobachtungen des Dr. Moser, auf mehrere folgende Tage.

*) Dieselbe Beobachtung machte auch Kapitain Parry in Port Bowen (diese Annalen, Bd. IX (85) S. 161) und früher schon Bergmann.

1831. Mittlere Berliner Zeit.	Declination.	Inclination.	Intensität.	Dauer von 100 Schwingungen der Inclinationsnadel	Dauer von 100 Schwingungen der Declinationsnadel
7. Jan.					
6h 30′	0° 39′ 17″ *D*				
55	1 18 17 *D* *)				
58		$i+30'$	1,0183	341″,193	315″,200
7 23		$i+31$	1,0081	342 ,950	317 ,610
8 21		$i+15$	1,0004	344 ,277	317 ,070
30	0 16 12 *M*				
47	0 1 40 *M*				
9 15	2 54 46 *M*				
22	50 36 *M*				
32	1 43 42 *M*				
34	2 5 3 *M*				
10 2	1 27 56 *M*				
20	1 26 23 *M*				
22	1 18 7 *M*				
45	0 40 43 *D*				
47	40 43 *M*				
11 0		$i+14'$	1,0041	343″,633	316″,090
5	0 20 45 *M*				
15	19 3 *D*				
20	29 53 *E*				
26	33 37 *M*				
30	33 12 *D*				
55	40 43 *M*				
12 0	50 33 *D*				
1	53 10 *M*				
5	53 10 *E* **)				

1831

*) Kurz nachdem ein weifslicher, schwach leuchtender Bogen von Westen her parallel mit dem magnetischen Meridian aufgestiegen, und südlich vom Zenith durch den Meridian gegangen war.

**) Diese Beobachtung des Dr. Erman wurde zur Reduction seiner Angaben auf die des Dr. Moser gebraucht. Letzterer fand die Declination um 12h 1′=53′ 10″; Ersterer um 12h 5′=38′ 24″. Um die Differenz =14′ 46″ sind alle ursprünglichen Angaben des Dr. E. hier in der Tafel gröfser gemacht.

1831. Mittlere Berliner Zeit.	Declination.	Inclination.	Intensität.	Dauer von 100 Schwingungen der Inclinationsnadel	Dauer von 100 Schwingungen der Declinationsnadel.
7. Jan.					
12h 11′	0° 31′ 53″ *E*				
25	35 47 -				
33	24 38 -				
39	19 46 -				
49	26 55 -				
13 0	38 55 -				
12	32 16 -				
24	25 48 -				
50	13 39 -				
14 5	7 3 -				
20	21 51 -				
35	33 15 -				
50	19 39 -				
15 0	18 44 -				
32	19 20 -				
17 0	15 6 *E*				
19 45	19 17 *D*				
20 0	16 28 *E*				
20 47	13 24 *M*				
20 55	11 4 *E*				
21 23		*i*—2′	0,9988	344″,546	315″,240
47	9 53 *M*				
55	9 43 *E*				
22 47	9 53 *M*				
50	11 18 *E*				
23 35	5 42 *E*				
37	5 55 *M*				
53		*i*—7′	0,9994	344″,446	314″,570
8. Jan.					
0h 23′	5 29 *M*				
1 0	8 40 *E*				
50	13 9 *E*				
2 17		*i*—5′	1,0025	343″,907	314″,340
4 30	15 25 *E*				
53	16 29 *M*				
8 40	13 50 *M*				
9 20	15 10 *M*				

1831. Mittlere Berliner Zeit.	Declination.	Inclination.	Intensität.	Dauer von 100 Schwingungen der Inclinationsnadel	Dauer von 100 Schwingungen der Declinationsnadel
8. Jan.					
11 35	0° 17′ 26″ *E*				
20 34	12 5 *M*				
20 56	12 26 *E*				
21 15	7 41 *M*				
23 1	12 *M*				
17	14 46 *E*	$i \pm 0'$	1,0000	344″,340	315″,300
9. Jan.					
9 9	11 30 *M*				
20 49	9 *M*				
21 5	13 43				
36		$i - 1'$	1,0004	344″,277	315″,150

Die gröfste Differenz im Stande der Declinationsnadel am 7. Januar trat also zu Berlin zwischen 8^h 47′ und 9^h 15′ ein, und betrug 2° 53′ 4″.

Hr. Dr. Erman hat den mir mitgetheilten Beobachtungen noch die folgenden Bemerkungen hinzugefügt, die ich hier mit dessen eigenen Worten wiedergebe.

Die erste Spalte meiner Tafel *) enthält die mittlere Berliner Zeit der Beobachtung, die zweite die magnetische Abweichung von Norden nach Osten hin gezählt, die dritte die Neigung oder den Winkel zwischen der magnetischen Kraft und dem Horizont des Orts, vom Südhorizont gegen das Zenith hin positiv gezählt; die vierte die Intensität der gesammten magnetischen Kraft, als Einheit diejenige Kraft nehmend, welche am 8. Januar um 23^h 11′ stattfand, in einem Augenblick, wo die Abweichung $= m$ **), die Neigung $= i$ war.

*) Worin hier der Uebersicht wegen die Beobachtungen der HH. Dove und Moser mit eingeschaltet wurden. *P.*

**) Also auf den Nullpunkt des Dr. Moser reducirt $= 14' 46'',0$. *P.*

Die fünfte und sechste Columne enthalten die Beobachtungen selbst, auf welche Inclinations- und Intensitätsbestimmungen alleinig gegründet sind, und zwar namentlich die fünfte die Schwingungszeit einer in der Meridianebene schwingenden, die sechste die Schwingungszeit einer andern in der Horizontalebene schwingenden Nadel. — Beide sind auf unendlich kleine Bogen reducirt, und für Temperatur corrigirt nach einer Bestimmung, die durch die eine der angewandten Nadeln im Jahre 1828 erhalten wurde.

Uebrigens variirte die Temperatur in dem Raume, wo die Beobachtungen angestellt sind, nur zwischen den Extremen von $+4^{\circ},4$ und $+6^{\circ},5$ R.

Ich habe mich überzeugt, dafs wenn man bei den Schwingungen einer Inclinationsnadel die Durchgänge durch die vermittelst des Gradbogens sehr genau zu findende Ruhestellung beobachtet, die Ausschläge nie unter 3° zu jeder Seite abnehmen läfst, und nach der Methode der kleinsten Quadrate den wahrscheinlichsten Werth einer Schwingung bestimmt, aus acht solcher nach je zehn Schwingungen beobachteten Durchgängen das Resultat dem hohen Grade von Genauigkeit, welchen man durch Horizontalnadeln erlangen kann, kaum nachsteht.

Wie man durch die Schwingungen einer Inclinations- und einer andern Horizontalnadel, aufser den Veränderungen der Kraft, auch die der Inclination finden könne, leuchtet ein; man braucht dazu nur die mittlere Neigung, von der man ausgeht (die Gröfse i), angenähert bis auf etwa $\frac{1}{2}$ Grad zu kennen, denn für den Theil des Quadranten, der nahe an 70° liegt, sind die Zuwächse der Cosinusse höchst nahe gleich an Stellen, die um $\frac{1}{2}$ Grad von einander entfernt liegen; ein Schlufs von den unmittelbar beobachteten Zuwächsen der Cosinusse auf die correspondirenden Zuwächse der Bogen ist also untrüglich.

Ich erlaube mir auf einige Hauptfolgerungen aus den

beistehenden Beobachtungen aufmerksam zu machen. — Das Nordlicht vom 7. Januar bewirkte:

1) Eine starke Verrückung des magnetischen Meridians gegen Osten von seiner mittleren Stellung (*m*, siehe oben). Da ich die Declinationsbeobachtungen erst um 11 Uhr Abends anfing, habe ich das Maximum dieser Wirkung nicht gesehen.

2) Eine Verstärkung der Intensität des Erdmagnetismus, welche sich auf $\frac{18}{1000}$ belief, wenn man als Einheit und Ausgangspunkt die oben näher bezeichnete Gröfse annimmt.

3) Eine Vergröfserung der Neigung um 31' über den aus den folgenden Tagen erschlossenen mittleren Werth derselben.

Man sieht hieraus, dafs die gleichzeitig erfolgten Neigungs- und Intensitätsvermehrungen so beschaffen waren, dafs die Horizontalcomponente dadurch vermindert wurde. Beobachter, die nur horizontale Schwingungen beobachtet und die Neigung während der Dauer des Phänomens als constant vorausgesetzt hätten, wären also zu einem der Wahrheit direct entgegengesetzten Resultate gelangt.

Die unter 1., 2., 3. erwähnten störenden Einflüsse des Nordlichts hatten im Augenblicke der gröfsten Intensität der Erscheinung statt, unterlagen aber sämmtlich gewissen Ab- und Zunahmen, wenn man sie während der ganzen Dauer der Lichterscheinungen betrachtet. Aus einer genaueren Ansicht der beigefügten Zahlen scheint sich zu ergeben, dafs in den Augenblicken der stärksten Verrückungen des Meridians die Intensität der Kraft und der Neigungswinkel die stärksten Zuwächse angenommen hatten, und dafs die Intensität sich ihrem Normalwerthe wiederum näherte, sobald der Meridian zu seiner mittleren Richtung zurückkehrte. Die Neigung erreichte zwar auch ihr Maximum zur Zeit der gröfsten Meridianverrückung, scheint indessen nie zu ihrem Normalwerthe völlig zu-

rückgekehrt zu seyn, während mit der Abweichung dieses einigemal der Fall war. — Versucht man diese mehrmals sich wiederholt habenden Schwächungen und Zunahmen in der magnetischen Wirkung des Nordlichts mit den optischen Phasen des Phänomens zu vergleichen, so zeigt sich freilich, daſs die Rückkehr der magnetischen Phänomene zum Normalzustande, die um 7^h 50′ mittlere Zeit statt hatte, von einer bedeutenden Schwächung des Lichtprocesses begleitet war. Wenn man aber die schnellen und an eine bestimmte Zeitperiode gebundenen Wechsel erwägt, welchen die Abweichung von 11 Uhr an, wo ich sie anhaltend beobachtete, unterlag, so scheinen ihnen nicht *immer* gänzliche Unterbrechungen des Lichtprocesses entsprochen zu haben. Zwischen 11 Uhr und 15 Uhr sieht man nämlich mit groſser Regelmäſsigkeit 30 bis 35 Zeitminuten vergehen zwischen den Augenblicken der stärksten Meridianverrückungen und denen der Wiederkehr zur normalen Stellung, so daſs innerhalb $3\frac{1}{2}$ Stunde ich vier Maxima der östlichen Lage, und eben so viele Wiederkehren zur mittleren Abweichung beobachtet habe; es scheint mir sogar wahrscheinlich, daſs gegen den Anfang des Nordlichtprocesses diese periodischen Wechsel sich nach etwas kürzeren Zeitintervallen wiederholt haben.

Diese Hin- und Hergänge des magnetischen Meridians, und die Wechsel der Intensität und Neigung, welche sie begleiteten, zeigen noch andere bemerkenswerthe Eigenheiten:

1) Indem der Meridian zu seiner Normalstellung zurückkehrte, überschritt er sogar einigemal dieselbe gegen Westen hin, indessen um ein viel Geringeres, als der Betrag seiner östlichen Verrückungen.

2) Nach einer scheinbaren Unterbrechung der magnetischen Wirksamkeit des Nordlichts waren immer der anfängliche Gang des Meridians gegen Osten hin, und die Intensitätszunahmen, welche denselben begleiteten, weit

schleuniger, als die Rückkehr nach Westen und die Intensitätsabnahme, welche beide auf die gröfsten östlichen Verrückungen folgten.

3) Endlich, dafs die Ausweichungen des Meridians immer kleiner wurden, je öfter sie sich wiederholt hatten, ohne jedoch vor 16^h (4^h Morg.) ganz aufzuhören. So war beim Maximum um 12^h 5′ der Meridian 38′ 24″ östl. *)

So war beim Maximum um	12^h 5′	der Meridian	38′ 24″ östl. *)
- - -	13 0	- -	24 0 -
- - -	14 35	- -	18 29 -
und beim Maximum um	15 32	- - nur	6 25 -

von seiner mittleren Stellung.

Ich erlaube mir die magnetischen Beziehungen dieses Nordlichts mit denen einiger anderen Phänomene dieser Art zu vergleichen, die ich vor zwei Jahren in nördlicher gelegenen Orten Sibiriens beobachtet habe.

Ein Nordlicht, welches ich am 11. November 1828 zu Tobolsk sah, bewirkte eine plötzliche Verrückung des Meridians von nur 10′, ebenfalls gegen Osten von der Normalstellung, obgleich an diesem Orte die Abweichung eine *östliche* ist, und der Scheitelpunkt des Nordlichtsbogens in NNO. gesehen wurde. Hier war also bei entgegengesetzter Stellung des Nordlichtsbogens, mit der in Berlin gesehenen, der Einflufs auf die Meridianstellung dennoch in demselben Sinne hin wirksam. Dafs die durch Nordlichter bewirkten Verrückungen des magnetischen Meridians in einem Sinne stattfinden, der unabhängig ist von der an dem Beobachtungsort stattfindenden Abweichung sowohl, als auch von der Lage des Scheitelpunktes des Nordlichtbogens, ersieht man aus diesem Beispiele; auch bestätigt sich derselbe Satz durch die Erfahrung einer plötzlichen Meridianverrückung gegen Westen hin, die in Berlin wenige Tage nach dem in Rede stehenden Nordlicht stattfand.

*) Zu diesen Abweichungen sind noch nicht die 14′ 46″ addirt, welche, um sie mit den Angaben des Dr. Moser vergleichbar zu machen, in der Tafel hinzugefügt wurden. *P.*

Ein anderes Phänomen dieser Art, welches ich in *Beresow am Ob* beobachtete, am 1. Decemb. 1828, habe ich den Einfluſs, den es auf die Abweichung hatte, noch nicht berechnet, obgleich ich die dazu gehörigen Data besitze. — Die Neigung wurde bei diesem Nordlicht um 8',5 vergröſsert; die Intensität nahm nur um $\frac{1}{1000}$ ihres ganzen Betrages zu. — Also auch die magnetische Wirkung dieses Nordlichtes war bei weitem schwächer als die des Phänomens vom 7. Januar; eben so verhielt es sich mit dem Glanz der äuſseren Erscheinung. Da aber jene Beobachtungen an einem den magnetischen Polen weit näher als Berlin gelegenen Orte angestellt wurden, so überzeugt man sich auch hierdurch von der ungewöhnlichen Lebhaftigkeit der letzteren Erscheinung. Ich bemerke noch, daſs der Scheitelpunkt des in Beresow gesehenen Nordlichtbogens westlich vom astronomischen Norden lag, obgleich in Beresow die Abweichung der Magnetnadel östlich ist. Nach der Aussage der in diesen Gegenden ansässigen Personen, soll es zwei durch ihre Lage am Himmel verschiedene Arten von Nordlichtern geben; die, welche sich östlich vom astronomischen Meridian zeigen, sollen von viel bedeutenderer Lichtstärke seyn, als die der zweiten Art, deren Scheitelpunkt ein NNWliches Azimuth hat.

Die Beobachtung der täglichen Veränderungen der magnetischen Phänomene, während der auf den 7. Januar folgenden Woche, veranlaſste die Wahrnehmung von noch einer plötzlichen Meridianverrückung. Am 11. Januar zwischen 1 Uhr und 2 Uhr Nachmittags rückte plötzlich die Abweichungsnadel um 12' gegen *Westen* von der Stellung, welche sie zwei Stunden zuvor gehabt hatte (die regelmäſsigen täglichen Veränderungen der Abweichung betragen aber für den jetzigen Monat nur 3 bis 4 Minuten). — Gleichzeitig fand ich die *Neigung* um 14' gröſser als sie vier Stunden zuvor gewesen war, oder um 8' über ihren mittleren Werth (m); die *Intensität* aber

hatte um $\frac{10}{1000}$ zugenommen. Wir haben also hier das Beispiel einer anomalen Störung der magnetischen Verhältnisse, welche, indem sie auf Neigung und Intensität in demselben Sinne wirkte, wie das Nordlicht vom 7. Januar, eine *westliche* Meridianverrückung bewirkte. — Dafs diese anomale Störung am 11. Januar ebenfalls Folge eines Nordlichtes war, scheint um so wahrscheinlicher, da vieles andere auf den Anfang einer neuen Periode der Häufigkeit dieser Phänomene hindeutet.

In Bezug auf diesen Gegenstand schreibt mir Herr Professor Hansteen: *Christania,* 29 *Dec.* 1830. »Seit Ende Juli sind hier in Christiania etwa 35 Nordlichter beobachtet worden, alle von starken Bewegungen der Magnetnadel (Abweichungsnadel) begleitet. Die meisten Bewegungen der Nadel waren gegen Osten. Die gröfsten Unregelmäfsigkeiten trafen ein am 6. October, da die Nadel schwankte zwischen

	+0° 22′	und	—1° 22′ vom mittleren Stand
7. October	+0 1	-	—1 47 - - -
7. Decemb.	—0 22	-	+3 8 - - -

Die äufsersten Ausweichungen liegen folglich in diesem Herbste 4° 55′ von einander, und wir haben wohl jetzt den Anfang einer neuen Nordlichtperiode *).«

Ich erlaube mir gelegentlich darauf aufmerksam zu machen, dafs es unter den gedenkbaren Erklärungen für das Nordlicht und seine magnetischen Beziehungen *eine* giebt, welche den letzteren so vollkommen Genüge leistet, dafs man diese theoretische Vorstellung auf jeden Fall als ein passendes Bild betrachten kann, um die magnetischen Wirkungen des Nordlichts unter eine, wenn auch willkührliche, Causaleinheit zusammen zu fassen. — Man betrachte nämlich die vom Nordlichtbogen senkrecht aufschiefsenden Lichtstreifen (*streamers, beams* der Engländer) als analog dem Bogen glühender Dämpfe, welcher in dem bekannten Davy'schen Versuche die Stelle eines Leiters zwischen beiden Polen der Volta'schen

*) Man vergleiche S. 535. P.

Säule vertrat, und eine unter ihm gestellte Magnetnadel abweichen machte, und stelle sich noch vor, dafs, so wie dieser Leiter beim Versuche im Kleinen auf die darunter schwebende Nadel wirkte, der Nordlichtbogen es auf die magnetische Erdaxe thue. Wäre dann der elektrische Strom, welchen die Lichtsäulen leiten, von Norden nach Süden gerichtet, so würde er die magnetischen Meridianebenen plötzlich nach Osten von ihrer ursprünglichen Stellung ausweichen machen mit einer Stärke und Schnelligkeit des Ausschlages, welche abhängen würde von dem zwischen der normalen Erdwirkung und der elektromagnetischen Wirgung des Leiters stattfindenden Verhältnisse. Die Meridiane würden darauf zu ihrer Normalstellung zurückkehren, und sie sogar gegen Westen zu überschreiten, jedoch um Vieles weniger als um den Betrag ihres östlichen Ausschlages. Solche Schwankungen der Meridianebenen würden sich wiederholen mit immer abnehmender Gröfse des Ausschlages und mit einer (aber nur um weniges) abnehmenden Schnelligkeit, je nachdem der erregende elektrische Procefs an Intensität abnähme. Bemerkenswerth ist, dafs auch von den Schwankungen des Intensitätsbetrages, welche wir die Meridianverrückungen begleiten sahen, diese Annahme Rechenschaft zu geben im Stande ist.

Während nämlich eine Magnetnadel unter einem elektrischen Leiter oscillirt, durchläuft sie successive Stellungen, in welchen sie mehr oder weniger starkes Bestreben hat, sich zu erhalten. Die Stärke dieses Bestrebens aber entspräche für den Fall des durch's Nordlicht gestörten Erdmagnetismus der bei verschiedenen Meridianstellungen beobachteten Intensität. Da nun die unter dem Leiter schwingende Nadel ein um so gröfseres Bestreben hat, sich in ihrer Stellung zu erhalten, je näher sie in dem betrachteten Augenblicke sich ihrer Gleichgewichtslage (entspringend aus der vereinigten Wirkung der Erde und des Leiters) befindet, und da dieses Bestreben ein Mini-

mum seyn wird, wenn die Nadel sich in der Ebene des Leiters, die wir mit der des magnetischen Meridians zusammenfallend denken, sich befindet, so erhält man offenbar ein vollständiges Bild des zwischen den Meridianstellungen und den correspondirenden Intensitäten beim Nordlicht wahrgenommenen Zusammenhanges.

Die beigefügte Reihe von Beobachtungen erlaubt noch einige Schlüsse über die regelmäfsigen täglichen Veränderungen der magnetischen Phänomene für Berlin und den Monat Januar.

Die Abweichung erleidet nur sehr schwache Veränderungen, und fand sich, im Allgemeinen zu reden, gegen 2 Uhr Nachmittags um 3′ bis 5′ westlicher, als um 20 Uhr. Da aber aufser den gewöhnlichen periodischen Schwankungen der magnetische Meridian in diesen Tagen auch eine fortschreitende Bewegung nach Osten gehabt hat, so tritt das Regelmäfsige der periodischen Wechsel minder deutlich hervor.

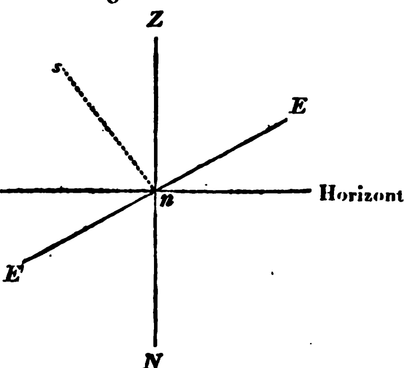
Die Neigung war um 2 Uhr Nachmittags immer stärker, als des Morgens gegen 20 Uhr — und namentlich um 6′ bis 8′.

Die Intensität der Totalkraft war gleichfalls um 2 Uhr gröfser, als um 20 Uhr; es sind aber für den jetzigen Monat die Neigungszuwächse so bedeutend, dafs sie den Einflufs der Zuwächse der Totalintensität, in Bezug auf den horizontalen Theil der Kraft, unfühlbar machen, ja dieser horizontale Theil wurde sogar oft geschwächt bei Verstärkung der Totalintensität.

Man schliefst aus diesem letzteren Umstand, dafs, sowohl für die regelmäfsigen täglichen Veränderungen in den Wintermonaten, als auch für die während des Nordlichts stattfindenden, die fremde Ursache, welche sie hervorbringt, wenn man sie als das Südende der Nadel vorzugsweise anziehend betrachtet, in der Nordhälfte des

Himmels und oberhalb der Ebene des magnetischen Aequators für den Beobachtungsort gelegen, gedacht werden müsse; wirklich kann nur diese Annahme einen Intensitätszuwachs, begleitet von einer Verminderung der Horizontalcomponente, erklären.

Wenn man im Gegentheil die, den gewöhnlich wirkenden Kräften sich hinzufügende, besondere Thätigkeit, als vorzugsweise das Nordende der Nadel anziehend betrachtet, so wird man sich dieselbe als vorhanden in einem Punkte vorstellen müssen, der zwischen dem Nadir und dem unter dem Horizont gelegenen Theile des magnetischen Aequators liegt.



Ist sn die Richtung der magnetischen Kraft,
ZN die Richtung der Schwere,
EE' die Ebene des magnetischen Aequators, so müfste der anziehende Punkt zwischen Z und E liegen im ersten Falle, und zwischen N und E' im zweiten; er könnte aber nicht weder zwischen N und E, noch zwischen Z und E' liegen.

Hr. Barlow hat die täglichen Veränderungen in den magnetischen Verhältnissen zu erklären gesucht durch eine anziehende Wirkung der Sonne auf den ihr in dem betrachteten Augenblick am nächsten gelegenen Pol der Nadel. So gut auch diese Hypothese die meisten Eigenheiten der Abweichungsveränderungen erklärt, so sehen

wir sie hier in Widerspruch mit der Erfahrung; denn für den Monat Januar und die Breite von Berlin liegt die Sonne zwischen Z und E'. Ihre Anziehung auf den Südpol der Nadel kann also nicht die Intensitätszunahme, begleitet von einer Verminderung der Horizontalcomponente, erklären.

Meteorologische Beobachtungen während des Nordlichts vom 7. Januar 1831.

Wiewohl der Stand des Barometers in keiner sichtbaren Beziehung mit den Nordlichtern zu stehen scheint, so darf hier doch nicht unerwähnt bleiben, dafs derselbe während des Meteors vom 7. Jan. d. J. fast überall im nördlichen Europa sehr hoch war, und von einer für die Jahreszeit mäfsigen Kälte begleitet wurde. Den Beleg dazu liefern die folgenden Beobachtungen.

In *Berlin*, wo der mittlere Stand des Barometers etwa =336,9 Par. Lin. ist, betrug derselbe am 7. Jan. 12^h Mittags =343''',35, 6^h Ab. =343''',87, und 10^h Ab. =343''',96. Die Temperatur an diesen drei Tageszeiten war: —6°,0, —8°,0, —10°,0 R. Der Wind war nördlich, sehr schwach.

In *Gotha* fand Hr. v. Hoff das Barometer schon am Morgen des 7. Jan. auf 329''',95 und Abends um 9 Uhr war es bis 332''',3 gestiegen (der mittlere Stand beträgt nach 18monatlichen Beobachtungen dieses Physikers =325''',042). Die Kälte war am Morgen —4°, um 9^h Ab. =—9°,5, und am folgenden Morgen —12° R., das Maximum daselbst im ganzen Winter.

In *Wien* Barometerstand: 3^h Ab. =27,885 Par. Zoll; 10^h Ab. =27'',982 (mittlerer Stand im J. 1830 =27'',536 Par. Zoll). Thermometer: 3^h Ab. =—3°,0, 10^h Ab. =—4°,8 R.

In *Salzuffeln* Barometer: 8^h Morg. =341''',3 P. Lin. bei —2°,R., 2^h Ab. =341''',8 bei —1°,2 R., 8^h Ab. =341''',75 bei —1°,9 R. (mittlerer Stand im J. 1830

=335''',5 Par. Lin.). Temperatur im Freien 8^h Morg. =−5°,5, 2^h Ab. =−3°,0, 8^h Ab. =−7°,0, 2^h Nachts =−6°,5 R. (Schweigg. Journ. LXI. S. 268).

In *Bonn*, nach Hrn. Prof. Bischoff, Barometerstand: 343 P. L. Thermometer −4°,1.

In *Genf* Barometerstand: 9^h Morg. =322''',8, Mittags 323''',1, 3^h Ab. =323''',8 P. L. (mittlerer Stand im J. 1830 =322''',91 P. L, Hier war also der Stand nicht ungewöhnlich.) Thermometer: 9^h M. =−3°,5, 12^h Mitt. =−2°,3, 3^h Ab. =−2°,5 R.

In *Paris* Barometer: 9^h Morg. =769^{mm},90, 12^h Mitt. =770,36, 3^h Ab. =770,87, 9^h Ab. =771,60 (Mittel der Mittagsbeobachtungen von 1816 bis 1826 =756,085 Millimeter, bei 0° R.). Thermometer zu jenen vier Tageszeiten: −1°,5, −0°,5, −0°,5, −3°,3 C.

In *Christiansand* stand das Barometer, in einer Meereshöhe von 16 Fufs, auf 340''',5 Par. Maafs und das Réaumur'sche Thermometer auf −6° (während des Nordlichts vom 7. Febr. Barometer =339''',0; Thermometer −6° bis −8° R.).

Die Meteorologen in England zeichnen, nach einer veralteten Beobachtungsweise, nur das im Laufe des Tages eintretende Maximum und Minimum des Barometerstandes auf, ohne die Zeit anzugeben. Indefs läfst sich auch aus ihren Beobachtungen (namentlich aus den in London, Penzance und Gosport angestellten, die im *Phil. Magazin and Annals, Vol. IX. p.* 240, mitgetheilt werden) ersehen, dafs auch hier das Barometer am 7. Jan. höher stand, als an den vorhergehenden und nachfolgenden Tagen.

Es sind noch aufserdem von vielen andern Orten her Barometerbeobachtungen bekannt gemacht; da indefs die Beobachter versäumt haben, den mittleren Stand oder die Meereshöhe ihres Instruments dabei anzugeben, so liefern sie keine Vergleichungspunkte.

P.

III. *Ueber die Ansteckungsfähigkeit der Cholera.*

(Auszug eines Schreibens vom Ritter Hermann an den Ritter Dr. Struve in Dresden.)

— — — — — — — — — — — —

— Ueber die Ansteckungsfähigkeit der Cholera sind die Meinungen immer noch getheilt. Ich habe mich rücksichtlich dieses Gegenstandes in einem früheren Aufsatze *) sehr kurz gefafst, da ich keine positiven Beweismittel für oder gegen die Ansteckungsfähigkeit der Cholera aufzustellen im Stande war, und da man den Versuchen, die ich an mir anstellte, um Ansteckung zu bewirken, leicht den Schein von Bravaden unterlegen könnte. Ich werde Ihnen aber, da zwischen uns die Furcht vor jenem Verdachte wegfällt, diese Versuche und meine Ansichten über die Art der Fortpflanzung der Krankheit mittheilen. — Meine Bemühungen waren darauf gerichtet, Ansteckung durch von Cholera-Kranken ausgebrochene Flüssigkeiten, durch ihren Schweifs und durch ihre flüchtigeren Ausdünstungen, zu bewirken. Deshalb bestrich ich wiederholt die zartere Haut meiner innern Armfläche mit jenen ausgebrochenen Flüssigkeiten und liefs sie darauf eintrocknen; ich band trocknes Filtrirpapier auf den blofsen Leib sehr schwerer Cholera-Kranker, und liefs diese Bedeckung bis nach ihrem Tode auf ihrem Körper, laugte hierauf das Papier mit destillirtem Wasser aus, und verfuhr mit dieser Flüssigkeit eben so, wie mit der Brechflüssigkeit; ferner condensirte ich die Dünste in Krankensälen, die mit sehr schweren Cholera-Kranken angefüllt

*) Dieser Aufsatz findet sich unter dem Titel: über die Veränderungen, die das Blut und die Secretionen des menschlichen Organismus durch die Cholera erleiden, in diesem Bande der Annalen, S. 161.

waren, durch Eis enthaltende Glaskugeln, wusch mich mit der so erhaltenen Flüssigkeit, liefs sie in meinem Schlafzimmer verdunsten, und athmete ihren Dunst in ziemlicher Concentration, während der mikroskopischen Versuche, die ich mit ihr anstellte, ein; aber ich blieb bei allen diesen Versuchen gesund *). Auch liefs ich junge Hunde diese Flüssigkeiten zu mehreren Unzen pr. Dos. verschlucken, und der Dr. Jähnichen spritzte sie in die Bauchhöhle derselben ein; aber niemals beobachteten wir Symptome, die Aehnlichkeit mit der Cholera gehabt hätten. — Wollte man aus allen diesen Versuchen ein Resultat ziehen, so würde es offenbar: »*Nichtansteckbarkeit der Cholera*« seyn. Ich wage aber nicht, aus diesen wenigen Versuchen ein so allgemeines Resultat zu folgern, und gebe überhaupt wenig auf die Beweiskraft von dergleichen Experimenten rücksichtlich der Ansteckungsfähigkeit von Krankheiten. Wir sehen bei offenbar contagiösern Krankheiten, als die Cholera ist, dafs ohne Disposition zu ihnen keine Ansteckung erfolgt. Die geistige Aufregung, in die der Experimentator während solcher Versuche an sich selbst versetzt wird, scheint

*) Was das chemische Verhalten dieser Flüssigkeiten betrifft, so habe ich Ihnen schon meine Analyse der ausgebrochenen Flüssigkeiten mitgetheilt. — Das Filtrirpapier, welches die Ausdünstungen der Cholera-Kranken eingesogen hatte, fand sich nach dem Aufweichen durch destillirtes Wasser mit einer schleimigen Substanz, die es sehr schlüpfrig machte, überzogen. — Der wäfsrige Auszug war vollkommen neutral (auch veränderte rothes und blaues Lackmuspapier, welches ich oft auf den Leib Cholera-Kranker band, nie seine Farbe). — Die durch Eis condensirte Flüssigkeit war ebenfalls vollkommen neutral; sie wurde durch Bleizucker und Gerbstoff-Lösung gefällt. Bei längerem Stehen setzte sie durch Einwirkung der Luft einen schleimigen, verbrennlichen Stoff ab. — Auf einer Glasplatte verdunstet, hinterliefs die genannte Flüssigkeit eine geringe Menge einer Substanz, in der gute Mikroskope fast keine Spur krystallinischer Formen erkennen konnten. Sie bestand aus unförmlichen Anhäufungen eines schleimigen Stoffes.

aber diese Disposition ungemein zu vermindern, und ihn vor Ansteckung zu bewahren. — Man mufs durchaus seinen Gesichtskreis erweitern, wenn man über Ansteckungsfähigkeit der Krankheiten urtheilen will, und aus der Gesammtsumme der Erfahrungen auf einzelne Erscheinungen schliefsen, nicht aber, auf einzelne Erfahrungen gestützt den Charakter der Krankheit bestimmen, und nach ihnen die Schutzmittel abwägen wollen, die bestimmt sind, ganze Völker vor ihr zu bewahren. — Als von ganz Europa anerkannte Thatsachen stehen gegenwärtig fest:

1) Dafs sich die Cholera von einem Mittelpunkte aus, allmälig nach der Peripherie zu um sich greifend, verbreitet, und dafs sie dabei vorzugsweise lebhaften Handelsstrafsen folgt.
2) Dafs im Ganzen von denen mehr erkranken, die fortwährend mit Cholera - Kranken umgehen, als von denen, die sich von ihnen entfernt halten.
3) Dafs in feuchter, unreiner, mit fauligen Dünsten angeschwängerter Luft mehr erkranken, als in reiner und trockner.
4) Dafs man sich, bei mangelnder grofser Anlage zur Cholera, so lange den Kranken nähern und mit ihnen in vielseitige Berührung kommen kann, als man Ruhe und Gleichmuth zu behaupten vermag, und so lange man sich vor Diätfehlern und Erkältungen hütet.

Nicht allein diese Thatsachen, sondern der Gesammteindruck, den alle mir mitgetheilten und von mir beobachteten Erscheinungen bei der Verbreitung der Cholera auf mich gemacht haben, und die näher aus einander zu setzen hier zu weit führen würde, haben in mir folgende Hypothese erzeugt:

Um die epidemische Cholera zu erregen, sind zwei Bedingungen erforderlich, nämlich: ein eigenthümlicher Ansteckungsstoff, und: eine individuelle Disposition zur Krankheit.

Der

Der Ansteckungsstoff der Cholera (so wie der anderer Epidemien) zeigt in vielen Beziehungen grofse Analogie mit den äufseren Ankündigungen belebter Wesen. — Am dunkelsten ist der Act seiner ursprünglichen Schöpfung, die in Indien zu suchen ist. Ich denke mir ihn aber ungefähr so, wie die Bildung der Pristley'schen Materie in stehendem Wasser, oder der Infusorien in faulenden Flüssigkeiten. Elemente, in günstigen Verbindungen, vereinigen sich nämlich, unter nicht gehörig erforschten Bedingungen, zu den untersten Stufen belebter Wesen. — So erzeugte sich der Cholera-Saame in den fauligen Ausdünstungen der Sümpfe Indiens, eben so wie der Ansteckungsstoff der Wechselfieber in den Ausdünstungen der stehenden Wässer anderer Länder. — Sie traten in die Reihe der Wesen, die sich selbst fortpflanzen, unter günstigen Bedingungen leben, bei mangelnden dagegen absterben, in Wechselwirkung mit dem menschlichen Organismus aber auf dessen Functionen hemmend, giftig einwirken. — So wie der Schöpfungsact einer solchen Substanz vorüber ist, so bedarf es der Intensität der Bedingungen zu seiner primitiven Erzeugung nicht mehr. Der Cholera-Ansteckungsstoff vegetirt nun, ohne der Indischen Sümpfe und der Indischen Sonnenhitze zu bedürfen, die ihn ursprünglich ausbrüteten; sein Saame erzeugt sich jetzt während der Krankheitssymptome der mit der Cholera behafteten Individuen, und wird nun von ihnen ausgehaucht und ausgedünstet. Jeder Cholera-Kranke ist deshalb mit einer Sphäre umgeben, die Cholera-Saamen enthält, und Jeder, der in dieser Sphäre *athmet*, setzt sich der Gefahr aus, angesteckt zu werden, d. h. er tritt in Wechselwirkung mit dem Saamen des Cholera-Ansteckungsstoffes, der in ihm, bei vorhandenen günstigen Bedingungen, Wurzel fassen, vegetiren und zur Reife kommen kann, und während dieser Processe die Symptome der Cholera erregen wird *). Jene bis jetzt nicht er-

*) Der Ansteckungsstoff der Cholera und anderer *Epidemien* dürfte

forschten günstigen Bedingungen zum Haften des Cholera-Saamens sind es nun, die man als qualitas occulta, mit der Benennung Disposition, bezeichnet. Denn eben so wie ein Saamenkorn auf Fels nicht Wurzel schlagen wird, eben so haftet der Cholera-Saame nicht in Individuen, die nicht zur Krankheit disponirt sind. — Aber der Cholera-Ansteckungsstoff dürfte sich nicht allein in Cholera-Kranken wieder erzeugen. Er scheint auch unter günstigen Verhältnissen in mit faulen Dünsten angeschwängerter Luft zu wuchern. Wenigstens deutet darauf das schnelle Umsichgreifen der Krankheit in mit Menschen überfüllten, feucht gelegenen Gebäuden und ganzer Ortschaften; und in der That kann ich die Möglichkeit dieser Fortpflanzungsart um so weniger bestreiten, da sich, meiner Ansicht nach, der Cholera-Ansteckungsstoff in Indien ursprünglich, unabhängig von Menschen, aus faulen Dünsten erzeugte. Doch bleiben die Cholera-Kranken in unseren Breiten die Hauptquellen desselben. — Man könnte dieser Theorie vielleicht

sich von dem der eigentlich contagiösen Krankheiten *vorzugsweise durch gröfsere Flüchtigkeit* unterscheiden. Er wird deshalb von den Kranken nicht in einer festeren Form ausgeschieden, und haftet nicht nachweisbar an ihrer Haut oder ihrer Bedeckung, sondern verdunstet schnell, und wird nun von der die Kranken umgebenden Atmosphäre gelöst. Daher scheint die Absorption des Ansteckungsstoffes der Cholera nicht durch die Haut, sondern allein durch die Lungen während der Respiration zu erfolgen. In der Atmosphäre scheint der Ansteckungsstoff aber an den Wasserdunst gebunden und den Gesetzen für denselben unterworfen zu seyn. Ich vermuthe deshalb, dafs die organische Substanz, die ich in Cholera-Krankensälen mit den wäfsrigen Dünsten durch Eis condensirte, jener Ansteckungsstoff gewesen seyn dürfte; auch stimmen meteorologische Erscheinungen und Zu- und Abnahme der Anzahl der Erkrankenden häufig auffallend mit dieser Annahme überein. So ist die Zahl der Erkrankenden während einer warmen und mit Wasserdünsten überladenen Beschaffenheit der Atmosphäre in der Regel am stärksten; sie vermindert sich aber häufig plötzlich nach starken Regengüssen; auch verbreitet sich die Krankheit während strenger Winterkälte langsamer, als im Sommer u. s. w.

den Einwurf machen, dafs nach ihr die Anhäufung des Cholera-Ansteckungsstoffes unbegränzt seyn müsse; aber dem ist nicht so, denn die Bildung desselben ist in gewisse Schranken geschlossen. Gegenden, die die Bedingungen zur Wiedererzeugung des viel erwähnten Stoffes fortwährend entwickeln (namentlich faule Dünste), können lange Träger desselben bleiben, aber die menschlichen Quellen des Cholera-Saamens versiegen schnell. Daher hält sich die Cholera ungleich lange in verschienen Gegenden. Ueberall aber ist die Wirkung ihres Saamens auf den menschlichen Organismus durch die Disposition der Individuen begränzt. Luft, die noch so viel Cholera-Saamen enthält, wird doch keine Cholera-Kranke erzeugen, wenn sich die Menschen an seine Einwirkung gewöhnt haben, oder wenn die Disponirten ausgestorben sind. Auf diese Weise begränzen sich die Cholera und andere epidemische Krankheiten von selbst. — Macht man sich die eben aus einander gesetzte Vorstellungsweise recht zu eigen, so findet man in der Verbreitungsart der Cholera, des gelben Fiebers und anderer Krankheiten keine Räthsel mehr. Man wird weder Contagionist seyn, noch sich einer leichtsinnigen Sorglosigkeit überlassen.

Jetzt erlauben Sie mir noch einige Bemerkungen über medicinisch-polizeiliche Mafsregeln gegen die Cholera beizufügen. Sie werden gewifs consultirt werden, wenn sich diese Geifsel, wie zu erwarten steht, auch unserem lieben Vaterlande nähern sollte, und dann würde es mich freuen, wenn Sie von ihnen Gebrauch machen könnten.

Was die Quarantainen betrifft, so verdanken sie ihre Anwendung gegen die Cholera wohl hauptsächlich ihrem Rufe als Schutzmittel gegen die Pest; denn ich bin vollkommen überzeugt, dafs man nicht auf den Gedanken gekommen seyn würde, Quarantainen gegen die Cholera einzurichten, wenn diese Mafsregel bisher unbekannt gewesen wäre. Es läfst sich übrigens ein recht vernünftiger Grund für die Nützlichkeit der Quarantainen gegen

die Cholera anführen, nämlich: die unbestreitbare Thatsache, dafs sie am schnellsten auf belebten Heerstrafsen vordringt. Der Grund dieser Thatsache kann nur in Verschleppung des Cholera-Saamens durch Individuen, vielleicht auch durch Effecten, gesucht werden. Was ist also vernünftiger, als diese Ursache durch Hemmung der Communication wegzuräumen? Aber leider sind Menschen und Effecten nicht die einzigen Träger des Cholera-Saamens! Der allgemeine Träger desselben ist die Luft, und diese läfst sich durch keine Quarantainen absperren. Deshalb glaube ich, dafs letztere allerdings die Verbreitung der Krankheit aufhalten, aber keinesweges absolut verhindern können. Den Beleg für die Richtigkeit dieser Ansicht hat neuerdings wieder Petersburg geliefert, was mit der gröfsten Strenge durch Cordons und Quarantainen bewacht wurde, und seinem Schicksale doch nicht entgehen konnte.

Die Quarantainen sind demnach keinesweges gänzlich unnütz, aber noch weniger kann man sie als sichere Schutzmittel betrachten. Es kommt deshalb dem Staatsmanne zu, zu entscheiden, ob der unzuverlässige Nutzen derselben durch den zuverlässigen Schaden, der durch Hemmung des Handels, durch Anregung zu Unzufriedenheit, durch grofse Kosten und andere Nachtheile herbeigeführt wird, aufgehoben werden dürfte.

Welche Mafsregeln sollen aber getroffen werden, wenn die Cholera in volkreiche Städte eingedrungen ist? Soll man die Gesunden von den Kranken trennen? Soll man Lazarethe einrichten? Welche Schutzmittel giebt es, um sich vor Ansteckung zu hüten?

Zu den zweckmäfsigsten Mafsregeln, die man ergreifen kann, wenn die Cholera in volkreiche Städte eingedrungen ist, dürften folgende gehören.

Man errichte Behörden, zu deren Pflichten eine strenge Beaufsichtigung des Ganges der Krankheit, Sorge für Verpflegung und für schnellen ärztlichen Beistand für die Er-

krankten, Versorgung der Armen, Aufsicht über die Beschaffenheit der Nahrungsmittel, Sorge für Reinlichkeit in den Wohnungen u. s. w. gehören. — Diese Behörden müssen ihre Aufmerksamkeit noch aufserdem besonders darauf richten, die Bildung von Emanations-Heerden des Ansteckungsstoffes zu verhindern; denn fast in allen Städten giebt es gewisse Bezirke, oder auch nur einzelne Wohnhäuser, in denen unverhältnifsmäfsig mehr erkranken, als an andern Punkten. Solche Emanations-Heerde müssen auf's baldigste von den Bewohnern verlassen, und auf das Sorgfältigste purificirt werden. — Im Allgemeinen begünstige man die Auswanderung aus Städten, in denen die Krankheit stark herrscht, und sorge dann für das Unterkommen der Emigrirenden in nahen, trocknen und gesund gelegenen Ortschaften. — Man isolire die Kranken so viel als thunlich ist; dabei transportire man aber nicht die Kranken, sondern befördere nur die Entfernung der Gesunden. Das Transportiren der Kranken nach Lazarethen war, meiner Ansicht nach, ein Mifsgriff, den man nothgedrungen, und noch nicht von der Erfahrung belehrt, in Rufsland beging. Denn, wie ich schon oft ausgesprochen habe, so ist die Cholera mit dem günstigsten Erfolge nur in den ersten Stadien der Krankheit zu behandeln. Dieser günstige Zeitraum verstreicht aber unter den Vorkehrungen zum Transport und während desselben. Auch ist die Erschütterung des Kranken bei vorgerückter Blutzersetzung höchst schädlich. Daher kam es, dafs bei so vielen Kranken die Hülfe zu spät kam. — Aber, wird man fragen, wie ist es möglich, dafs mehrere tausend Kranke in ihren Wohnungen behandelt werden können? Wo soll man dazu Aerzte auftreiben? Ich entgegene dagegen, dafs die Behandlung der Cholera in den ersten Stadien derselben so einfach ist, dafs jeder im Stande ist, den in seiner Nähe Leidenden zu retten. Die Regierung sorge nur dafür, dafs dem Volke eine fafsliche Anweisung in die Hände gegeben werde, mit deren Hülfe

es die Krankheit erkennen und selbst behandeln kann. Schweifsmittel und reizende Reibungen, bei den ersten Anfällen angewendet, sind in den meisten Fällen hinreichend, um den Kranken zu retten. Auf diese Weise findet jeder seinen Arzt in seinen nächsten Umgebungen. Was die Schutzmittel gegen die Cholera betrifft, so halte ich für das Sicherste: die angesteckte Stadt zu verlassen, und sich nach Orten zu begeben, die eine hohe, trockene und gesunde Lage haben. Dabei setze ich aber voraus, dafs man diese Ortsveränderung mit Bequemlichkeit und ohne grofse Entbehrungen vornehmen kann, denn derjenige, der aus Angst nur der Krankheit zu entfliehen sucht, und sich dabei lieber allem Ungemach aussetzen will, der dürfte leicht aus dem Regen unter die Traufe kommen! Demjenigen aber, dessen Verhältnisse nicht gestatten seinen Wohnort zu verlassen, dem empfehle ich seine gewöhnte Lebensweise fortzusetzen, sich aber dabei der Mäfsigkeit und einer verdoppelten Aufmerksamkeit auf seine Gesundheit zu befleifsigen, *vor Allem aber Seelenruhe*. Ein solches Verhalten wird besser schützen als Chlordämpfe, die hier in Moscau nichts genützt, wohl aber geschadet haben.

IV. *Fernere Versuche über die Erregung von Phosphorescenz und Farbe in Körpern mittelst Elektricität;*

von Hrn. Th. J. Pearsall.

(Frei und mit einigen Abkürzungen aus dem *Journ. of the Royal Instit. Vol. I p.* 267 übersetzt.)

Eine frühere Untersuchung *) belehrte den Verfasser, dafs diejenigen Substanzen, welche, erwärmt, phospho-

*) Mitgetheilt in dies. Ann. Bd. XX (96) S. 252. P.

rescirén, und dabei zuletzt ihre Leuchtkraft verlieren, dieselbe durch einen elektrischen Schlag wieder erhalten *). Diefs brachte ihn auf den Gedanken, es möchten

*) Diese Thatsache ist im Allgemeinen längst bekannt. Seit Lane die Wirkung der Elektricität auf die phosphorescirenden Körper entdeckte, haben namentlich Canton, Seebeck, Dessaignes, Heinrich und Grotthufs sehr viel zur Erweiterung unserer Kenntnisse über diesen Gegenstand beigetragen. Der Verfasser der gegenwärtigen Arbeit hat, wie er selbst sagt, erst am Schlusse derselben aus Gmelin's *Lehrbuch der Chemie* erfahren, dafs sich schon andere Physiker vor ihm mit diesem Gegenstande beschäftigten, und daher hat es denn auch nicht ausbleiben können, dafs seine Resultate zum Theil nur die Bestätigung der Erfahrungen Jener sind. Indefs enthält sowohl die frühere als vorzüglich die vorliegende Abhandlung des Hrn. Pearsall manches Eigenthümliche, und über einige Punkte ein weit gröfseres Detail, als die ältern Arbeiten, so dafs schon aus diesen Gründen die Aufnahme beider Aufsätze nicht ohne Nutzen seyn wird; überdiefs geben sie vielleicht Anregung zu ferneren Untersuchungen über die Phosphorenz, die, ungeachtet der vorhandenen sehr schätzbaren Forschungen, noch manche unermittelte und ungeprüfte Seiten darbietet. So kennen wir zwar die mit der Emissionstheorie ganz unverträgliche Thatsache, dafs die Phosphore immer mit einem eigenthümlichen Lichte leuchten, das an Farbe ganz verschieden seyn kann von dem, mit welchem sie bestrahlt wurden; und durch Seebeck's höchst merkwürdige Versuche wissen wir, dafs die künstlichen Leuchtsteine (namentlich Baryt- und Strontian-Phosphor) in rothem Lichte, solarischen wie elektrischen Ursprungs, nicht nur nicht leuchtend werden, sondern auch, wenn sie schon leuchtend waren, augenblicklich wie eine glühende Kohle bei Eintauchung in Wasser erlöschen; — allein über die Art, wie z. B. polarisirtes Licht durch die Leuchtsteine abgeändert wird, sind, meines Wissens, keine Versuche angestellt. Der einzige, mir bekannte Versuch über die Natur des Lichts, das phosphorescirende Körper ausstrahlen, rührt von Brewster her, und wird von diesem am Schlusse eines Aufsatzes über die Phosphorescenz mehrerer Mineralien durch Insolation, in dem *Edinb. philosoph. Journ. T. I p.* 387, angeführt. Als er Flufsspathstücke, die offenbar mit directem (Sonnen- oder Tages-) Lichte bestrahlt waren, und darauf im Dunkeln auf eine heifse Eisenplatte gelegt wurden, mit einem doppeltbrechenden Prisma untersuchte, fand er, dafs das ausgestrahlte Licht unpolarisirt war. Zwar nahm er zwei Bilder gewahr, von de-

auch andere, nicht als Phosphore bekannten Körper eine ähnliche Einwirkung von der Elektricität erleiden, und dem gemäfs stellte er zunächst die folgende Untersuchung an.

Bei diesen Versuchen lagen die Substanzen auf einem Stück Elfenbein in einer Vertiefung, zwischen zwei Drähten, durch welche eine Leidner Flasche von zwei Quadratfufs Belegung entladen wurde. Nach der Elektrisirung wurden sie gewöhnlich erwärmt, um das phosphorische Licht in seiner ganzen Stärke zu zeigen *).

Bildhauer-Marmor, welcher im natürlichen Zustande nicht phosphorescirte, gab, nachdem er zwölf elektrische

nen das eine bei Umdrehung des Prisma abwechselnd verschwand und wieder zum Vorschein kam; allein da hierin durchaus keine Gesetzmäfsigkeit zu entdecken war, so schlofs er, es hätte darin seinen Grund, dafs das eine Bild (wie immer, wenn zwei Bilder vorhanden sind und das Auge mit Anstrengung auf das eine gerichtet wird) indirect gesehen wurde, wodurch denn die Netzhaut ab und zu das Wahrnehmungsvermögen für dasselbe verlor. Zur Bestätigung dieser Folgerung betrachtete er das phosphorescirende Stück mit einem Kalkspath-Prisma, das er nach dem in den *Phil. Transact. f.* 1813, *p.* 148, beschriebenen Verfahren durch Mattschleifen, Benetzen mit Cassiaöl und Belegen mit Glasplatten nur für eins der Bilder permeabel gemacht hatte; nun zeigte sich diese Erscheinung nicht mehr. Auch Hr. Arago scheint sich, nach einer Aeufserung von ihm in den *Ann. de chim. et de phys. T. XIV. p.* 298, mit Untersuchung des Lichtes phosphorescirender Körper beschäftigt, und dazu diese, was unstreitig zur Erhaltung genauer Resultate nothwendig ist, nicht als Bruchstücke, sondern eben geschliffen und polirt angewandt zu haben; doch ist von Resultaten dieser Versuche, so viel ich weifs, Nichts zur Oeffentlichkeit gelangt. *P.*

*) Zur blofsen Wahrnehmung des Leuchtens ist bekanntlich bei stark phosphorescirenden Körpern das Erwärmen unnöthig; im Gegentheil leuchten die Phosphore, wie Seebeck gezeigt hat, schon während sie vom Lichte bestrahlt werden, wie es sich bei Betrachtung derselben durch ein blaugefärbtes Glas ergiebt. Andererseits wird durch Erwärmung, ohne vorherige Bestrahlung oder Elektrisirung, auch wohl keine Phosphorescenz in Körpern erregt. *P.*

Schläge erhalten, und dann auf Platinblech erhitzt worden, ein *schmutzig orangefarbenes* Licht.

Derselbe Marmor, zuvor rothgeglüht und dann durch 12 Schläge elektrisirt, gab bei Erhitzung ein reines *orangefarbenes* und *violettes* Licht.

Weifsgebranntes Elfenbein für sich erhitzt, leuchtete nur schwach, nach 14 elektrischen Schlägen und bei nunmehriger Erhitzung, aber mit *lillafarbenem* Lichte.

Gebrannte Perlmutter, 12 Mal elektrisirt und dann erhitzt, leuchtete *nelkenroth*, *violett* und *hellblau*, auf einigen Stellen desselben Stücks zuweilen mit allen diesen Farben und stark.

Gebrannte Austerschalen, zuvor erhitzt, phosphorescirten nach 15 elektrischen Schlägen stark und lange mit *orangefarbenem*, *gelbem* und *grünem* Lichte.

Gebrannte Ossa saepiae leuchteten, nach 6 Schlägen, bei Erhitzung, mit *lillafarbenem* und *violettem* Lichte; nach 12 Schlägen aber mit *nelkenrothem*, *purpurfarbenem* und *gelbem*.

Gebrannte Kammmuscheln entwickelten, nach 12 elektrischen Schlägen, bei Erhitzung, ein starkes und lang anhaltendes Licht von *Lachs-*, *Nelken-* und intensiver *Azur*-Farbe.

Kreide im natürlichen Zustande erwärmt, gab ein etwas *mattes orangefarbenes* Licht. Wurde sie aber geglüht und nach dem Erkalten 12 Mal elektrisirt, leuchtete sie bei Erhitzung *hell orangeroth*.

Gemeine Eierschalen phosphorescirten nicht, hatten sie aber zuvor 12 elektrische Schläge empfangen, lieferten sie ein *helles purpurfarbenes* Licht.

Alle diese Substanzen leuchten in ihrem gewöhnlichen Zustande nicht *), nach der Elektrisirung aber mit

*) Von einigen dieser Substanzen, wie z. B. vom Marmor, von den Eierschalen, bemerkt indefs Heinrich (dess. Phosphorescenz d. Körper, I. S. 18.), dafs sie leuchten, wiewohl schwach. Ueberhaupt sagt der Verfasser nirgends, ob er die bekannten Vorsichts-

Farben von solcher Schönheit, Mannigfaltigkeit und Stärke, wie nicht jeder der natürlichen Leuchtsteine.

In seiner früheren Abhandlung hatte der Verfasser unter andern den Zweck, die beim Flufsspath durch Elektricität hervorgerufene Phosphorescenz mit der durch Bestrahlung erregten zu vergleichen. Eine neue Reihe von Versuchen über diesen Gegenstand lieferten ihm die in folgender Tafel enthaltenen Resultate. Die dritte Columne in derselben giebt an, wie viel elektrische Schläge über das *zuvor geglühte* Mineral geleitet wurden, und mit welcher Farbe es dann bei Erwärmung leuchtete.

Farbe und Vorkommen des Flufsspaths.	Farbe der natürlichen Phosphorescenz *).	Farbe der Phosphorescenz nach der Elektrisirung.
1. Grün. Wahrscheinlich Cornwall.	*Nelkenroth*, zuletzt *orangeroth.*	6—12. *Hellgrün*, zuletzt *Purpur.* 36. *Grün*, fast so stark wie die natürliche Phosphorescenz des Chlorophans.
2. Grüne Würfel mit abgestumpften Ecken. Weardale, Cumberland.	*Dunkelblau* u. *purpurfarben.*	20—40. Erst *Grün*, dann *Violett* u. *stark purpurfarben*, sehr schön.
3. Blafsgelbe Würfel. Gersdorf.	*Grün* und *violett.*	12; 24; 36. *Gelblich*, von kurzer Dauer, zuletzt *purpurfarben.*
4. Blafsgrüne Würfel. Cumberland.	*Hellgrün*, in *Nelkenfarben* u. *Violett* übergehend.	12. *Grün* und reiches *Purpurroth.* 24. Ebenso, nur zuletzt *Orange.*

mafsregeln befolgt, um sein Auge zur Wahrnehmung schwacher Grade von Phosphorescenz empfänglich zu machen. *P.*

*) Was der Verfasser hier und an mehreren anderen Stellen *natürliche Phosphorescenz* nennt, heifst wohl richtiger: durch *Bestrahlung erregte.* *P.*

Farbe u. Vorkommen des Flufsspaths.	Farbe der natürlichen Phosphorescenz.	Farbe der Phosphorescenz nach der Elektrisirung.
5. Blafsgrüne Würfel. Cumberland.	Reiche *Purpurfarbe.*	12. *Grün* und reiches *Purpurroth.* 36. *Grün*, mit anderen Farben schnell wechselnd.
6. Dunkel Purpurroth. Derbyshire.	*Grünlich, Lilla, Purpurroth* u. *Orange*, stark.	12. (Ein Bruchst.) *blafsgrünlich*, fast *weifs.* 50. *Starkes reich. Grün*, von kurzer Dauer.
7. Derb, krystallinisch. Derbyshire.	*Matt Grün* u. *Nelkenroth*, von kurzer Dauer.	24. *Gelblich.*
8. Dunkel. Strahliges Stück. Derbyshire.	*Violett*, übergehend in *Nelkenroth* und *Blau.*	12. Licht von kurzer Dauer. 60. Stark, fast *weifs.*
9. Durchsichtige violette Würfel.	Reiches *Purpurroth.*	12. *Kein* Licht. 24. Schwaches *Purpurroth.*
10. Weifse Würfel.	*Blau* und *nelkenfarbig.*	12. *Schwach blau* und *Nelkenroth*, in's Gelbliche übergehend.
11. Grün.	*Violett*, *Blafsgelb*, *Nelkenroth* und *Blafsblau.*	12. *Hellgrün*, in *Purpur übergehend.* Stark.
12. Weifses, Stück v. purpurroth. Masse.	*Purpur.*	12. *Violett*, in *Citronengelb* übergehend.

Es geht hieraus hervor, dafs die natürliche Phosphorescenz des Flufsspaths, was die Farbe betrifft, bei jeder Varietät auf eine andere Weise durch die Elektricität modificirt wird. Während einige Varietäten bei bloſser Erhitzung mehrere Farben zeigen und nach Elektrisirung nur eine einzige, findet bei anderen das Umgekehrte statt.

Da die Farbe des ausgestrahlten Lichts mit der Zahl der elektrischen Schläge an Schönheit, Mannigfaltigkeit und Stärke zuzunehmen schien, so wurde dieser Umstand

durch eine Reihe von Versuchen mit dem *grünen Flufsspath* von *Weardale*, No. 2., der bei blofser Erhitzung mit *dunkelblauem* und *purpurrothem* Lichte phosphorescirte, besonders geprüft. Die Zahl der elektrischen Schläge, welche er nach vorherigem Glühen erhielt, und die Farbe mit der er dann beim Erwärmen leuchtete, ersieht man aus Folgendem:

Nach 1 Schlage: Schwaches Purpurroth.
- 2 Schlägen: Schwaches Grün, dann Purpurroth.
- 3 - Ebenso, nur stärker und anhaltender.
- 4 - Das Purpurroth verstärkt.
- 6 - Das Grüne heller und stärker.
- 10 - Das Grüne stark, das Purpurrothe reich und anhaltender.
- 20 - Beide Farben tiefer und anhaltender.
- 40 - Beide sehr gesättigt, das Purpurrothe zuletzt in's Rothe fallend.
- 100 - Das Grüne sehr lebhaft und gelblicher, das Purpurroth sehr intensiv.
- 160 - Sehr starkes, fast *weifses* Licht, dem anfangs lebhaftes *Grün*, reiches *Purpurroth*, darauf *Gelb* und *violette Farben* folgten.

Das angewandte Stück Flufsspath war mehr als 15 Mal stark abwechselnd erhitzt und elektrisirt worden, ohne dafs dadurch sein Phosphorescenzvermögen gelitten zu haben schien. Die Gröfse der Erhitzung und die Stärke der elektrischen Schläge, die nach einem mit der Leidner Flasche verbundenen Elektrometer regulirt wurden, waren verschieden.

Aus folgender Tafel ersieht man die Dauer der durch die Elektricität erregten Leuchtkraft. Die Versuche wurden mit den in vorhergehender Tafel aufgeführten *Flufsspäthen* angestellt. Nachdem sie geglüht und elektrisirt worden, wurden sie in zwei Theile getheilt. Der eine Theil wurde in Glasröhren dem Sonnenlicht ausgesetzt,

der andere in Papier gewickelt und im Dunkeln aufbewahrt. Nachdem beide Portionen auf diese Weise längere Zeit hindurch aufbewahrt worden waren, phosphorescirten sie bei Erhitzung mit folgendem Lichte:

No.	Nach 21 Tagen im Sonnenschein.	Nach 21 Tagen im Dunkelen.	Nach 3 Monaten im Dunkelen.
1.	Sehr schwaches *Purpurroth*.	*Grün* und *Purpurroth*. Gutes Licht.	*Gelb*, zuletzt helles *Purpurroth*. Gutes Licht.
2.	*Gelb* und *helles Purpurroth*.	*Grünlich* u. starkes *Purpurroth*.	*Grüne* in's *Purpurrothe* spielende Farben.
3.	*Orange*farben, hie und da *Purpurroth*.	*Orange*farbe.	Mattes *Orange*- u. *Purpurroth*, schn. verschiefsend.
4.	Starke *gelbe* u. *grünliche* Farben.	Blasses *Gelb*, *Grün*, *Violett*, stark.	*Gelb*, *Orange*, blasses *Grün* u. *Purpurroth*.
5.	Schwach phosphorescirend.	*Gelb*, *Grün*, *helles Purpurroth*.	Mattes *Grün* u. *Purpurroth*.
6.	*Gelb* und *Orange*.	*Gelb*.	*Gelb* und *Orange*, stark.
7.	*Orangegelb*.	Blasses *Gelb*, stark, zuletzt *Purpurroth*.	*Gelb*.
8.	*Gelb*, fleckenweise erscheinend.	Bleiches, stark. *Gelb*.	*Grün* und *Violett*.
9.	Kein Licht.	Hauptsächl. schwaches *Purpurroth*.	Flüchtiges *Purpurroth*.
10.	Kein Licht.	*Grün* und *Purpurroth*.	*Grün* und *Purpurroth*, von kurzer Dauer.
11.	Sehr schwach, nur einige Stellen.	Spielende Farben, zuletzt *Purpur*.	*Gelb* und *Purpurroth*.
12.	Schwaches Licht.	Lebhaftes *Gelb*, zuletzt *Purpurroth*.	*Gelb* und *Purpurroth*.
Apatit.	Dunkeles *Grün* und mehrerlei *Gelb*.	Helleres *Grün*.	

Nach 21 tägigem Liegen im Sonnenschein hatten also No. 1, No. 5, No. 11 und No. 12 ihre Phosphorescenz

fast und No. 9 und No. 10 durchaus gänzlich verloren *). Bei den Varietäten 1, 4, 6, 7, 8 und 12 waren durch diese Bestrahlung die Farben abgeändert, meist in Orange und Purpur übergeführt, wie sich aus dem Vergleich mit der vorhergehenden Tafel ergiebt.

Bei diesen Versuchen war den Mineralien die natürliche Phosphorescenz durch eine starke Erhitzung zuvor genommen; bei den folgenden Versuchen waren sie aber noch im Besitz derselben, als sie elektrisirt wurden. Das Resultat hievon war, eine über alle Begriffe gehende Erhöhung der Phosphorescenz.

Zu dieser Untersuchung wurden die in der Tafel, S. 570, aufgeführten Flufsspathsorten angewandt, die auch hier mit denselben Zahlen wie dort bezeichnet sind.

Flufsspath.	Farbe der natürlichen Phosphorescenz.	Zahl d. elektrischen Schläge.	Farbe der Phosphorescenz bei Erhitzung bis zur Decrepitation.
1. Grüner. a) ein gelblichgrünes Stück.	*Nelkenroth* u. *Orange.*	24	*Grün*, *Hellblau*, reiches intensives *Purpurroth*, mit einem Stich in's Rothe. Sehr starkes Licht.
b) Bläulichgrün. Stück.	*Licht*, fast weifs, dann *Lilla*, *Nelkenroth* u. *Orange*	16	Lebh. *Smaragdgrün*, dann *Purpurroth*, zuletzt *Nelkenroth*.
2. Grüner.	*Smalteblau* u. *Purpur.*	20	Intensiv. *Purpurroth*; mehrere Portionen: *dunkeles Orange*. Nach einiger Zeit des Glühens noch leuchtend mit *bläulichem* Lichte.
3. Gelber.	*Violett*, etwas schw.	16	*Citrongelb*, *Violett* und während des Decrepitirens mehrere Farben.

*) Hier hätte demnach Bestrahlung die durch Elektricität erregte Leuchtkraft geschwächt. Diefs scheint um so merkwürdiger, als der Verfasser in dem Folgenden findet, dafs Elektrisirung die durch Bestrahlung erregte Phosphorescenz erhöht. *P.*

…fsspath.	Farbe der natürlichen Phosphorescenz.	Zahl d. elektrischen Schläge.	Farbe der Phosphorescenz bei Erhitzung bis zur Decrepitation.
Lichtgrü-…er.	*Blafsgrün*, *Nelkenroth* u. *Purpur*.	16	*Grün, Strohgelb, Purpur, Orange* und mehrere Farben.
Lichtgrü-…er.	Reiches *Purpurroth*.	20	*Blau*, stark und lebhaft, *Nelken-* und *Purpurroth*.
…unk. pur-…urrother.	*Grün, Nelken-Purpur* und *Orangeroth*.	20	Dunkel *Grün, Citrongelb, Purpur* u. *Orangeroth*. An einigen Stellen sehr starkes, fast weifses Licht.
…unkeler.	*Grünliche* und *nelkenrothe* Farben.	14	*Weifsliches Strohgelb*, besonders stark, dann *grünliche*, matte *orangen-* u. *nelkenrothe* Farben
…unkeler.	*Schwaches Violett* und *Nelkenroth*.	12	*Grünliches Gelb, Gelb, Nelken-* und *orangerothe* Farben.
Violette …ürfel.	*Purpurroth*.	12	Intensives *Azurblau* (etwas *Gelb*), aus einig. Spitzen d. Bruchstücke sehr lebhaftes, fast *weifses* Licht.
Grüner.	*Violett* und *Orangegelb*.	12	Glänzendes *Smaragdgrün, Violett* u. *Orange*, sehr starkes, zuletzt schwach *purpurfarbenes* Licht. Dieser Farbenwechsel sehr auffallend.
…t. dunkel …urrother.	*Violett* und *Nelken-*Farbe.	12	*Grün, Gelb, Nelkenroth* und *Orange*.
…it.	Glänzendes *Gelb*-grün.	12	*Grün, Gelblicher, Olivenfarben, Orangeroth*, sehr starkes Licht.

Die durch die Elektricität hinzugefügte Phosphores…z scheint in der Farbe von der natürlichen abzuwei…n, und in niederer Temperatur als diese entwickelt werden; sie vermischt sich mit letzterer, die gleich…s an Stärke und Dauer zunimmt.

Diese Versuche zeigen hinreichend, dafs Körper, die im natürlichen Zustande phosphoresciren, durch künstliche Mittel noch auf einen höheren Grad von Leuchtkraft gebracht werden können. Bei einigen Varietäten des Flufsspaths geht diese Steigerung so weit, dafs sie, obgleich ihre natürliche Phosphorescenz nur schwach ist, zu den ausgezeichnetsten Phosphoren werden, einige sogar dem Chlorophan gleich kommen.

Uebrigens zeigten Stücke jener elektrisirten Mineralien noch nach 50tägiger Aufbewahrung im Dunkeln, bei Erwärmung eine erhöhte Phosphorescenz, einige mit denselben Farben wie vorhin, andere mit veränderten, besonders zum Orangeroth hinneigenden.

Einflufs der Structur der Körper auf deren Phosphorescenz.

Da der Apatit im natürlichen Zustande einen starken Grad von Phosphorescenz besitzt, so untersuchte der Verfasser, in wiefern sich andere Arten von phosphorsauren Kalk jenem Minerale ähnlich verhalten würden.

Es wurde daher phosphorsaurer Kalk in Salzsäure gelöst, durch Ammoniak gefällt, gesammelt und so getrocknet, dafs er sich zusammenballte. Er wurde nun erwärmt, aber es erschien kein Licht. Hierauf wurde er geglüht, und über compacte harte Stücke und über Pulver von ihm eine Reihe von 20 elektrischen Schlägen aus einer Leidner Flasche von 2 Quadratfufs Belegung geleitet; allein auch jetzt zeigte sich keine Phosphorescenz (versteht sich, hier wie überall nach abermaliger Erwärmung. *P.*).

Apatit, eben so gelöst, gefällt, getrocknet, geglüht und elektrisirt, erlangte gleichfalls keine Phosphorescenz.

Ein Harnstein aus phosphorsaurem Kalk wurde elektrisirt und erwärmt; allein es erschien *kein* Licht. Nun wurde er der Rothglühhitze und (nach dem Erkalten. *P.*) zwölf elektrischen Schlägen ausgesetzt. Bruchstücke von

ihm lieferten nun bei Erwärmung ein mehrfach gefärbtes Licht. Nach 20 Schlägen war das Licht noch stärker, und das *Gelb, Grün* und *Orangefarbene* darin hatte zugenommen. Klar ist, daſs durch die Zerstörung der organischen Stoffe des Harnsteins eine Veränderung in seinem Gefüge bewirkt worden seyn muſste.

Da die genannten Körper in chemischer Hinsicht als identisch betrachtet werden müssen, so kann ihre groſse Verschiedenheit in Bezug auf Phosphorescenz wohl nur von ihrer mechanischen Beschaffenheit herrühren. Cohäsion, Anordnung der Theilchen, Gröſse der Oberfläche sind hier ohne Zweifel von Einfluſs. Zur weiteren Aufhellung dieses Punktes stellte der Verfasser folgende Versuche an.

Es wurde Fluſsspath zerrieben; allein das Pulver phosphorescirte sichtlich bei Erwärmung.

Krystallisirter Fluſsspath wurde gepülvert, in Salzsäure gelöst, durch Ammoniak wieder gefällt, dann getrocknet und rothgeglüht, ohne daſs er Licht entwickelte. Auch die Elektricität gab ihm keine Phosphorescenz.

Die salzsaure Lösung setzte nach einiger Zeit kleine Krystalle von *Fluorcalcium* ab. Beim Trocknen fielen sie aus einander; nun erhitzt, decrepitirten und phosphorescirten sie *).

*) Es ist hier wohl der Ort, an die merkwürdigen Erfahrungen von Grotthuſs zu erinnern: daſs geglühter Chlorophan bei Auflösung in Salzsäure und Abdampfung Krystalle liefert, die beim Erwärmen wenig oder gar nicht leuchten, während ungeglühter oder geglühter und nachher elektrisirter Chlorophan bei gleicher Behandlung leuchtende Krystalle giebt; ferner, daſs, wenn man geglühten und ungeglühten Chlorophon in Salzsäure löst und durch Ammoniak wieder fällt, der Niederschlag des ersteren schwach bläulich, der des letzteren lebhaft smaragdgrün leuchtet; endlich, daſs, wenn man die salzsaure Lösung des ungeglühten Chlorophans durch Schwefelsäure niederschlägt, der entstandene Gyps eben so stark, nur mit anderem Lichte, als der Chlorophan leuchtet. (Schweigg. Journ. Bd. XV S. 171.) P.

Gewisse Klassen von Körpern haben eine entschiedene Neigung zur Phosphorescenz, z. B. alle kalkigen Mineralien, namentlich die aus kohlensaurem und flufssaurem Kalk bestehenden. Kieselerde- und Thonerde-haltige Mineralien zeigen dagegen weder im natürlichen Zustande, noch nachdem sie elektrisirt worden, die Fähigkeit des Leuchtens. (Dieselbe Bemerkung hat auch bereits Heinrich gemacht. *P.*)

Es giebt auch Fälle, bemerkt der Verfasser, wo eine erloschene Phosphorescenz einige Zeit hernach im schwachen Grade wieder zum Vorschein kommt. Ein Flufsspathkrystall z. B., der stark geglüht worden war, zeigte, nachdem er einige Monate lang im Dunkeln gelegen hatte, wieder eine schwache Phosphorescenz. (Nach Erwärmung? *P.*) Andere Krystalle, welche bei Erwärmung nach dem Glühen keine Anzeigen von Licht gaben, erschienen nach langer Ausschliefsung vom Licht leuchtend beim Erwärmen.

Kammmuscheln, Austerschalen, Ossa Saepiae, die eine besonders für die Phosphorescenz geeignete Structur haben, erscheinen zuweilen nach mehrmaligem Ausglühen und Aufbewahren im Dunkeln leuchtend. (Ob die Substanzen noch glühend heifs, vor aller Bestrahlung gänzlich geschützt, an den dunkeln Ort gebracht wurden, ist nicht gesagt. *P.*)

Aus den obigen Thatsachen schliefst übrigens der Verfasser, dafs die Phosphorescenz der Körper durch deren Gefüge und mechanische Beschaffenheit bedingt und abgeändert werde. (Was auch schon durch Heinrich, Dessaignes und Grotthufs bekannt ist. *P.*)

In den bisherigen Versuchen wurde die elektrische Entladung unmittelbar auf die zu prüfenden Substanzen geleitet; bei den folgenden wurden sie in Glasröhren eingeschlossen, um zu sehen, ob sie auch dann noch, nach der Elektrisirung, beim Erwärmen phosphoresciren würden. Die Resultate dieser Versuche fielen bejahend aus.

1) Gebrannte Kammmuscheln und Austerschalen wurden in Glasröhrchen hermetisch eingeschlossen, über die, nachdem sie in eine gröſsere Röhre gesteckt worden, elektrische Schläge hinweggeleitet wurden. Nach 160 Schlägen aus einer Leidner Flasche zeigten sich diese Substanzen bei Erwärmung phosphorescirend.

2) Sechs an beiden Enden versiegelte Röhrchen, mit geglühtem Chlorophon, geglühtem Tintenfischbein und geglühten Kammmuscheln gefüllt, wurden in einen an beiden Enden offenen Cylinder gesteckt. Dieser wurde, um die Röhrchen zusammenzuhalten und die Elektricität zu leiten, mit grobem Schrot gefüllt, und nun in eine groſse Glasröhre geschoben, und endlich der Zwischenraum zwischen dieser Röhre und dem Cylinder, die beide horizontal lagen, mit gebrannten Austerschalen und mehreren Fluſsspäthen gefüllt.

Nachdem nun aus einer Leidner Flasche 225 Schläge durch das Innere des Cylinders geleitet worden waren, zeigten sich die zwischen ihm und der groſsen Röhre befindlichen Substanzen deutlich phosphorescirend.

In den kleinen Röhren war der Chlorophan nicht phosphorisch geworden. Die Austerschalen *) leuchteten (bei Erwärmung. *P.*) mit feuernelkenrothem und bläulichem Lichte. Die Kammmuscheln gaben bei Erwärmung ein *feuerfarbenes* Licht, gemischt mit *nelken*rothem und *purpur*farbenem.

Diese Versuche waren sehr mühsam. Einige wenige Schläge geben zwar eine geringe Wirkung, aber um sicher zu gehen, bedarf es deren 40 bis 50 **). Die obigen zwei Versuche erforderten etwa 3000 Umdrehungen einer groſsen und guten Elektrisirmaschine.

*) Austerschalen wurden indeſs vorhin nicht als Inhalt der Röhrchen angeführt. *P.*

**) Bei den künstlichen Leuchtsteinen bedarf es indeſs, wie die Versuche von Seebeck (Göthe's Farbenlehre, II S. 707) leh-

Der Verfasser griff nun zur Volta'schen Elektricität, wiewohl er sich anfänglich von ihr wenig versprach, theils wegen der Nichtleitung der Substanzen, theils wegen der an der Unterbrechungsstelle des Stroms entstehenden Hitze, die alle durch das Licht und die Elektricität etwa erregte Leuchtfähigkeit zerstören könnte.

Daher wurden gebrannte Auster- und Kammmuschelschalen in Glasröhren eingeschlossen, und so dem Lichte ausgesetzt, welches eine Volta'sche Säule von 100, vier Quadratzoll haltenden Platten zwischen ihren mit Kohlen spitzen versehenen Polen entwickelte. Die Entladung wurde häufig unterbrochen, um, wie bei der gewöhnlichen Elektricität, eine Reihe getrennter Funken zu erhalten, und die Röhren wurden gegen Temperaturerhöhung geschützt.

Als nach 10 Minuten die Substanzen untersucht wurden, zeigten sie sich bei Erwärmung schwach leuchtend.

Auf gemeinen purpurrothen und zuvor geglühten Flufsspath schien die grofse Nähe des Volta'schen Stroms nicht zu wirken.

Gebrannte und gepülverte Austerschalen aber, die in grofser Fläche dem Volta'schen Lichte ausgesetzt worden waren, leuchteten bei Erwärmung.

Gemeiner purpurrother Flufsspath wurde zerstückelt in eine Röhre gebracht, und die Entladung der Säule durch und über die Röhre geleitet, sowohl aus Kohlen- wie aus Metallspitzen; allein obgleich er so der mechanischen wie der elektrischen Wirkung der Säule ausgesetzt war, zeigte er dennoch bei Erwärmung keine Phosphorescenz.

In eine Silberschale, die als Pol der Säule diente, wurde geglühter Flufsspath geschüttet, und eine Kohlenspitze, die mit dem andern Pol verbunden war, durch das Metall gesteckt, so dafs Funken und ruhige Entla-

ren, nur einer einzigen Entladung, um sie stark phosphorescirend zu machen. *P.*

dungen wiederholt durch das Mineral gingen; allein auch dann ward dasselbe bei Erwärmung nicht leuchtend.

Geglühte Kammmuscheln zeigten indefs nach einer gleichen Behandlung Phosphorescenz beim Erwärmen.

Die Wirkung der gemeinen und Volta'schen Elektricität auf diese Körper ist also sehr verschieden *).

Ueber die Färbung der Flufsspäthe durch Wirkung der Elektricität.

In dem früheren Aufsatz wurde gesagt, dafs gewisse Flufsspäthe, welche durch Glühen weifs gemacht worden, durch nachheriges Elektrisiren wieder Farbe erhielten, dafs einige, die ursprünglich dunkelpurpurroth waren, dadurch deutlich blau wurden. Da die Ursache der Farbe dieser Mineralien oft ein Gegenstand chemischer Untersuchung war, so unternahm der Verfasser die folgende Reihe von Versuchen, welche, wie er hofft, einen neuen Gesichtspunkt eröffnen werden.

Die angewandten Flufsspäthe waren dieselben, welche zu den Versuchen über die Phosphorescenz dienten. Sie alle wurden durch Erhitzung weifs.

Grüner Flufsspath aus Cornwall, der nach dem Glühen farblos und beinahe durchsichtig war, zeigte, nach 32 Schlägen aus einer Leidner Flasche, in dünnen Splittern eine *Nelkenrothe* Farbe.

Krystall No. 2 (in der ersten Tafel) war, im natürlichen Zustande, beim Hindurchsehen *blafsgrün*, und beim Daraufsehen *blau*, nach dem Rothglühen farblos und opalescirend. Nach 40 elektrischen Schlägen zeigte er an den Kanten *blaue* Farben.

*) Heinrich konnte mit der Volta'schen Säule keine Phosphorescenz erregen, selbst nicht in Austerschalen. (Dessen Phosphorescenz, I. S. 96.) — Die Versuche haben auch etwas Trügliches, wenn man Kohlenspitzen als Pole der Säule anwendet, da dann das Licht der verbrennenden Kohle die Ursache des Phosphorescirens seyn kann. P.

Grofser citronfarbner Flufsspathkrystall, der nach dem Glühen trüb und weifs war, erhielt durch 36 Schläge deutlich *blaue* und *lillarothe* Farben.

Kubischer Flufsspath aus Cumberland (No. 5), der beim Daraufsehen purpurfarben, und, nach dem Glühen, weifs war, wurde durch 36 Schläge deutlich *nelkenroth.*

Purpurfarbener kubischer Flufsspath von Berealston in Cumberland (No. 6) zeigte beim Hindurchsehen blaue und violette Streifen. Durch das Glühen war die Structur offenbar verändert. Durch 50 elektrische Schläge bekam er, doch nur an einigen Stellen, eine blaue Farbe.

Dunkel purpurrother Flufsspath wurde durch das Glühen weifs, und erhielt dann durch 24 elektrische Schläge bläuliche Farben.

Zwölf Schläge machten No. 8 bläulich. Durch 60 Schläge wurde das geglühte Mineral blau.

No. 9 opalescirte nach dem Glühen, und durch 20 Schläge erhielt diese Varietät eine nelkenrothe Farbe.

Die Verschiedenheit dieser Farben schliefst die Idee einer Täuschung von Seiten fremder, durch die elektrischen Schläge abgelagerter Substanzen aus. In einem Versuche, wo nahe an 100 Schläge über Bruchstücke eines Flufsspaths geleitet worden waren, und sich längs der Bahn der Entladung Metall abgesetzt hatte, behielt dieser dennoch seinen Glanz. Hieraus scheint man mit allem Grund schliefsen zu dürfen, dafs die durch Elektricität ertheilte Farbe lediglich die Wirkung des Gefüges ist.

Die durch die Elektricität hervorgebrachten Farben sind nicht bleibend. Einige Flufsspäthe verloren schon in wenigen Tagen all ihre Farbe; andere dagegen, die im Dunkeln aufbewahrt waren, zeigten diese äufserlichen Farben noch nach zwei Monaten.

Die nelkenrothen Farben waren am stärksten auf den Kanten und schwach auf den Flächen. Die blauen

Farben waren am stärksten auf den Ecken der Bruchstücke und auf den Rändern der Risse.

Bemerkenswerth ist es, daſs gewisse Krystalle und derbe Massen eines im Ganzen purpurfarbenen Fluſsspaths eine ähnliche ungleiche Vertheilung ihrer Farbe zeigen; einige Portionen sind fast weiſs, andere dagegen schwach violett, purpurroth oder blau, während nach den Kanten und Ecken der Krystalle hin die Farben an Intensität zunehmen.

Bei einem groſsen kubischen Krystalle zeigten sich nach dem Zerschlagen die Theile in der Nähe der Kanten und Ränder tiefpurpurroth, die inneren nahe unter der Mitte der Flächen liegenden aber fast weiſs, so daſs die Masse ein buntscheckiges Ansehen besaſs. Die weiſsen Theile waren höchst phosphorescirend. Durch Rothglühen in einem Tiegel und darauf bewirkter Elektrisirung erhielten sie *keine* Farbe, obwohl sie dadurch sehr stark phosphorescirend wurden (nach Erwärmung. *P.*).

Es wurden Fluſsspäthe von verschiedenen Farben in ihrem natürlichen Zustande elektrisirt; allein es war dabei keine Veränderung oder Verstärkung der Farbe bemerkbar, mit Ausnahme eines dunkel purpurrothen Fluſsspaths, dessen Farbe tiefer wurde.

Es ist ein sonderbarer Umstand, daſs beim Fluſsspath diejenigen Portionen, welche im natürlichen Zustande am gefärbtesten sind, ihre, durch Erhitzung verlorene, Farbe auch am leichtesten durch die Elektricität wieder erhalten. Da die letztere Kraft, sagt der Verfasser, die Farbe nur durch eine Abänderung in der Anordnung der Theilchen hervorzurufen scheint, könnten da nicht die Fluſsspäthe ihre natürlichen Farben ihrer Structur zu danken haben? Sollte nicht die Annahme erlaubt seyn, setzt er hinzu, daſs die Natur dieselben Mittel anwandte, und daſs Farbe und Phosphorescenz ursprünglich durch Elektricität eingeprägt wurden? So-

wohl die natürlichen, wie die durch Elektricität erregten Farben werden durch die Hitze zerstört; und die Farbe, wie die Phosphorescenz, kann oftmals durch Elektricität wieder hergestellt werden.

Aus der Gesammtheit der hier erzählten Versuche zieht nun der Verfasser folgende Schlüsse.

Da das Licht und der Strom der Volta'schen Säule nur eine schwache, die Entladungen der gemeinen Elektricität aber eine starke Phosphorescenz erregen, so hange diese Erregung nicht wesentlich von Licht und einer großsen Menge von Elektricität, sondern von Elektricität von großser Intensität ab *).

Die Phosphorescenz der in Glasröhren eingeschlossenen Substanzen werde dadurch bewirkt, daſs die auſserhalb vorbeigehende elektrische Entladung, auf der Innenseite des Glases Elektricität errege.

Die Färbung gewisser farbloser Fluſsspäthe durch die Elektricität sey Folge der durch diese letztere erregten Schwingungen der Theilchen, welche nach öfterer Wiederholung das Gefüge änderen und in einen besonderen Zustand versetzen, vielleicht auch die zur Erzeugung des Lichts geeigneten Undulationen hervorrufen; Hitze führe diesen Zustand auf den ursprünglichen zurück.

*) Nach der Ansicht mehrerer Physiker regt die Elektricität nur vermöge ihres Lichtes die Körper zum Phosphoresciren an. Dessaignes fand indeſs, daſs gepülverter und mit Wasser zu einem Brei angerührter Adular nach Hindurchleitung eines mit keiner Lichtentwicklung verbundenen elektrischen Stroms leuchtend wurde, als er denselben nach dem Trocknen an der Luft erwärmt.

P.

V. *Ueber einige Erscheinungen, besonders über die (scheinbar) stehenden Wellen (rides permanentes), welche auf der Oberfläche ruhender oder strömender Flüssigkeiten durch eingetauchte Körper hervorgebracht worden, von Hrn.* **Poncelet.**

Bataillonschef im Genie-Corps.

(**Auszug aus den** *Annal. de chim. et de phys. T. XLVI. p.* **5.**)

Als Hr. Poncelet, gemeinschaftlich mit Hrn. Lesbros, im J. 1827 Versuche über das Ausfliefsen des Wassers aus quadratischen Oeffnungen anstellte, bemerkte er die auffallende Erscheinung, dafs die Oberfläche des Wasserstrahls, welche dem oberen Rand der Oeffnung entsprach, mit einem Netze zweier Systeme hervorragender Streifen bedeckt war. Diese Streifen schnitten einander unter einem gewissen Winkel, und bildeten dadurch eine Anzahl von Rauten, deren gleichliegenden Seiten einander fast parallel waren, und gegen die durch die Axe der Oeffnung gelegte Verticalebene eine gleiche Neigung hatten.

Bei näherer Untersuchung der dünnen Kupferplatte, welche den oberen Rand der Oeffnung gebildet hatte, fand sich, dafs die Kante derselben sehr uneben und mit unzählig vielen Einschnitten besetzt war. Man liefs daher die Kante völlig ebenen, und nun zeigte sich auch sogleich die ihr entsprechende Fläche des Wasserstrahls gänzlich frei von Furchen; sie bot die gröfste Continuität dar, und reflectirte Licht wie der vollkommenste Spiegel. Um wo möglich die wahre Ursache dieser Furchen aufzufinden, wurde an die Oberfläche der Flüssigkeit, parallel mit der Ebene der Oeffnung, eine Reihe sehr zugespitzter Metallstäbe gebracht, und augenblicklich bildeten sich solche Streifen wie vorhin, nur waren sie noch

deutlicher und regelmäſsiger, da die Spitzen, welche sie hervorbrachten, gleiche und wahrnehmbare Abstände von einander besaſsen.

Diese Erfahrungen veranlaſsten die HH. Verfasser zur Anstellung der folgenden Untersuchung, die sie selbst zwar nicht für so genau und streng halten, als es die Natur dieses Gegenstandes erfordert, dennoch aber wegen der Neuheit der Thatsachen für interessant genug, um die Aufmerksamkeit der Physiker und Mathematiker darauf hin zu lenken.

Bringt man, sagen sie, eine scharfe Spitze langsam mit der oberen Fläche eines wohl regulirten und constanten Wasserstrahls (Taf. VI Fig. 1) in Berührung, so bilden sich viele hervorspringende Streifen CAD, cad, $c'a'd'$, welche den Punkt A, wo der Stift die Flüssigkeit berührt, von allen Seiten umgeben, und als eine Reihe parabolischer Curven erscheinen, die einander einschlieſsen, und die Gerade, welche parallel mit der Richtung des Stroms durch den Punkt A gelegt ist, zur gemeinschaftlichen Axe haben. Die Spitze des Stifts nimmt den Scheitel der ersten inneren Parabel CAD ein. Die Zahl der Furchen scheint unendlich groſs zu seyn, und die Abstände zwischen ihnen wachsen mit ihrer Entfernung vom Punkte A. Die Streifen sind auch desto niedriger und undeutlicher, je entfernter sie vom Stifte liegen, und sie verflächen sich auf gleiche Weise wie die gewöhnlichen Wellen auf der Oberfläche ruhigen Wassers, nur sind die Streifen vollkommen unbeweglich und von unveränderlicher Gestalt, so lange der Stift in Ruhe und die Bewegung des Stroms ungeändert bleibt.

So wie man den Stift herauszieht, verschwinden sie plötzlich, aber nicht eher, als bis das an diesem anhaftende Wasser abgefallen ist. Zur Entstehung der Streifen ist nämlich gerade kein wahres Eintauchen des Stiftes nöthig, vielmehr erhalten sie sich in unveränderter Gestalt und Stärke, so lange noch ein Theil der flüssigen Oberfläche

durch Adhärenz am Stifte schwebend bleibt. Es ist daraus zu schliefsen, dafs das Phänomen seinen Sitz wesentlich an der Oberfläche der Flüssigkeit hat und von den Bewegungen im Innern derselben nicht ergriffen wird. Diefs bestätigt sich, wenn man einen dünnen, hinlänglich langen Draht, der am Ende aufwärts gebogen ist, horizontal ganz in den Strahl schiebt. So lange dessen Spitze unter der Oberfläche bleibt, wie nahe er übrigens derselben auch kommen mag, entstehen keine Streifen, welche indefs augenblicklich da sind, so wie der Stift die Oberfläche erreicht oder aus ihr hervorragt.

Merkwürdig ist ferner, dafs wenn man den Strom parallel mit seiner Hauptrichtung und in gröfserer oder geringerer Entfernung von dem Stift durch Wände begränzt, die Streifen fast auf dieselbe Weise zum Vorschein kommen, wie wenn diese Wände nicht da wären, oder die Flüssigkeit eine unbegränzte Ausdehnung hätte. Die Anordnung, die Gestalt und die Dimensionen der Streifen bleiben nämlich unverändert, nur sind diese durch die Wände, welche den Strom begränzen, plötzlich abgeschnitten oder unterbrochen, wie man es in Fig. 2 Taf. VI abgebildet sieht, ohne dafs sie sonst irgend eine Art von Beugung, Ablenkung oder Zurückwerfung erlitten hätten.

Die Streifen bilden sich übrigens auch dort, wo Körper von gröfseren Dimensionen über das Niveau hervorragen, z. B. in strömenden Flüssen, an Böten und Brükkenpfeilern. Indefs erstrecken sie sich hier mehr in die Ferne, sind breiter und höher, und erscheinen demnach nicht als so zarte und deutliche Curven, wie bei einer feinen Spitze. Auch veranlassen die Unebenheiten solcher Körper eine Menge secundärer, sehr augenfälliger Streifen.

Dem blofsen Anscheine nach zu urtheilen, ist man geneigt zu glauben, dafs bei diesem Phänomene die Theilchen des Wasserstromes aus ihrer natürlichen Bahn ab-

gelenkt werden, und so dieſs- und jenseits des Körpers die Furchen beschreiben; besonders ist man geneigt, in den durch die Unebenheit gröſserer Körper entstehenden secundären Streifen eine Art von Reflexion zu sehen. Daſs dieſs Alles aber eine reine Täuschung sey, davon überzeugt man sich, wenn man ein leichtes Pulver auf die Oberfläche des Stromes schüttet. Man sieht dann dieſs Pulver der Hauptströmung folgen und durch die Streifen hinwegtreiben, ohne daſs es merklich von seiner Bahn abweicht, selbst in ziemlicher Nähe des eingetauchten Stiftes; nur die Theilchen, welche geradezu auf den Stift schwimmen, erleiden eine geringe Ablenkung. Bei Körpern von gröſseren Dimensionen sind indeſs die Ablenkungen stärker, und die Curven, welche die Streifen bilden, weichen gegen ihren Scheitel hin wenig von der Bahn ab, welche die Wassertheilchen beschreiben. Aus diesem doppelten Grund wird man hier leicht versucht, die Furchen mit der wahren Bahn der Wassertheilchen zu verwechseln. Da indeſs bei einem Stifte diese Bahnen von den Furchen verschieden sind, so müssen sie es auch seyn, wenn der eingetauchte Körper von gröſseren Dimensionen ist.

Aus den vorhergehenden Beobachtungen folgt, daſs wenn man in einem gleichförmigen und geradlinigen Strom quer durch die von einem unbeweglichen Stifte A erzeugten Streifen (Fig. 1 und 2 Taf. VI) und parallel mit deren gemeinschaftlichen Axe AB, oder mit der Hauptrichtung des Stroms verticale Ebenen legt, die Oberfläche der Flüssigkeit in ihrem Durchschnitt Curven wie mnp, $m'n'p'$ (Fig. 3 Taf. VI) darbietet. Jede derselben besteht aus den beiden Theilen mn und np, $m'n'$ und $n'p'$, die ihren gemeinschaftlichen Anfang n, n' an verschiedenen Punkten der Curve CAD haben. Eine dieser Curven, die stromab liegende, np oder $n'p'$ (Fig. 3), ist beinahe geradlinig; die andere, stromauf liegende, mn oder $m'n'$ besteht aus einer Reihe von Wellen, welche die Scheitel-

punkte der verschiedenen Streifen zur oberen, und die Tiefpunkte der dazwischen liegenden Furchen zur unteren Gränze haben. Sowohl bei den Wellen eines und desselben Profils, als auch bei denen, welche sich in verschiedenen Profilen entsprechen oder zu denselben Streifen gehören, ist die verticale Höhe desto geringer und der Zwischenraum zwischen zwei benachbarten desto breiter, je weiter die Punkte, zu welchen sie gehören, von der als gemeinschaftlichen Gränze dienenden Curve CAD (Fig. 1 und 2 Taf. VI) oder von der gemeinschaftlichen Axe AB aller Streifen entfernt liegen. Da zugleich die hellen und dunkeln Linien, als welche die Streifen erscheinen, immer zarter und feiner werden, so mufs man wohl voraussetzen, dafs die Wellen nach oben zu spitzig sind, wie es in Fig. 3 abgebildet ist. Die wellenförmige Curve eines jeden dieser Profile ist übrigens der Weg, welchen die auf der Oberfläche der Flüssigkeit befindlichen Molecüle einschschlagen, davon kann man sich überzeugen, wenn man ein sehr feines Pulver auf diese Oberfläche schüttet und die Bewegung der Theilchen sorgfältig beobachtet, indem man das Auge seitwärts vom Strome, dicht über dessen Oberfläche, hält.

Taucht man nach einander oder gleichzeitig zwei oder mehrere feine Spitzen in einen und denselben Strom, in beliebigen Abständen von einander, so giebt jede Spitze dasselbe Streifensystem, wie wenn sie allein da wäre; und diese Systeme legen sich in den Punkten ihres Zusammentreffens über einander, ohne dafs dadurch die Form der Streifen im Geringsten geändert wird (Fig 4 Taf. VI).

Wenn bei Anwendung eines einzigen Stifts der Strom geradlinig und gleichförmig ist, d. h. alle Theilchen desselben eine parallele und überall gleiche Bewegung haben, so ist die Gestalt der Furchen unveränderlich dieselbe, sowohl für jede einzelne Stellung, als für verschiedene Stellungen des Stiftes.

Wenn aber die Bewegung der Flüssigkeit nicht in

allen Theilen gleich, sondern von Punkt zu Punkt verschieden ist, ein Fall, der meistentheils beim Strömen des Wassers in Kanälen und Flüssen eintritt, so ist die Gestalt der Streifen zwar unveränderlich für jeden einzelnen Punkt, wo man den Stift eingetaucht hat, aber verschieden nach der Lage dieses Punktes. Wenn endlich die Bewegung der Flüssigkeit sich nicht blofs von Punkt zu Punkt, sondern auch an einem und demselben Punkt in jedem Augenblick verändert, so verändert sich auch Gestalt und Lage der Streifen mit jedem Standpunkt des Stifts unaufhörlich, gemäfs den Schwankungen, welche die Richtung und die Stärke der Geschwindigkeit des Stroms in diesem Punkte erleiden.

Eine aufmerksame Untersuchung der Veränderungen, welche die Gestalt und Lage der auf irgend einem Strom durch eine feine Spitze erzeugten Streifen erleiden, ist demnach sehr geeignet, den Zustand der Bewegung an jedem Punkt dieser Oberfläche und für jeden Augenblick kennen zu lehren. Diefs setzt indefs voraus, dafs man zuvor bei gegebenen Strömen den Einflufs des Zustandes dieser Ströme auf die Gestalt der Streifen genau studirt habe. Wegen der Schwierigkeit dieser Untersuchung haben sich die Verfasser damit begnügt, nur den Einflufs der Geschwindigkeit und der Richtung der Fäden eines constanten Stroms zu untersuchen; sie bemerken dabei, dafs die Erscheinung fast gleich sey, die Oberfläche des Stromes möge vollkommen eben seyn oder eine constante krumme Fläche darbieten.

Was den Einflufs der Richtung der Fäden (in die man sich eine strömende Flüssigkeit zerlegt denken kann) betrifft, so ist schon früher bemerkt, dafs die Richtung der Axe AB der Streifen (Fig. 1 und 2) immer zusammenfällt mit der des Hauptfadens im Punkte A, wo der Stift die Flüssigkeit berührt. Bei einem permanenten natürlichen Strom sind, auf eine gewisse Erstreckung, die Fäden in Richtung und Geschwindigkeit immer constant,

ıd daher liegen auch hier noch die Streifen sehr nahe 'mmetrisch gegen jene Axe und fast wie in einem ge-:dlinigen gleichförmigen Strom, welcher gleiche Geschwin-gkeit und gleiche Richtung hätte.

Bei einem Wasserstrahl, dessen Fäden stark con-ɜrgiren, scheint die Gestalt der Streifen mehr von der eschwindigkeit, als von der Richtung der Bewegung der äden in diesem Punkte abzuhängen. Als die Verfasser nen feinen Stift in Berührung brachten mit der oberen läche des aus einer quadratischen Oeffnung fliefsenden Vasserstrahls, bemerkten sie, dafs die Gestalt der Strei-:n sich wenig mit dem Ort des Stifts auf dieser Fläche eränderte. Die Streifen reichten, ohne merklich gestört ı werden, bis zu den Kanten, welche zu beiden Seiten en Strahl begränzten, und glichen fast denen auf einem ɜradlinigen und gleichförmigen Strom, der gleiche Ge-:hwindigkeit mit dem Strahl hatte, und in seiner Haupt-.chtung übereinstimmte mit der Richtung der Fäden an em Standpunkte des Stiftes. Mit Erstaunen sahen sie ıdefs, dafs die Streifen sich auch über die Seitenflächen es Wasserstrahls verbreiteten, und dabei plötzlich ihre ıichtung und Gestalt änderten, so dafs es schien, der tift befände sich auf der Kante des Strahls.

Das Sicherste und Bemerkenswertheste, was die Ver-ısser bei einem constanten Strom über den Einflufs sei-er Geschwindigkeit auf die Gestalt der Streifen ermit-:lt haben, besteht in Folgendem:

1) Wenn die mittlere Geschwindigkeit kleiner als 5 Centimeter in der Secunde ist, sind die Streifen un-ahrnehmbar.

2) Die Streifen sind desto deutlicher und zarter, je röfser die Geschwindigkeit ist.

3) Mit Zunahme der Geschwindigkeit wächst auch ie Zahl der Streifen, besonders in der Nähe, wo der tift die Flüssigkeit berührt; sie rücken dadurch näher ısammen, ohne dabei in gleichem Maafse an Höhe zu

verlieren. Die Ablenkungen der Wassertheilchen aus ihrer Bahn und der Aufstau bei ihrem Zusammentreffen mit dem Stift nehmen dagegen zu.

4) Bei Erhöhung der Geschwindigkeit ziehen sich die Curven, welche die Streifen bilden, immer mehr in die Länge; die Krümmung an ihren Scheiteln wird gröſser, die gegen das Ende der Zweige aber flächer, gleich wie bei einem Hyperbel, deren Asymptoten man einen immer spitzeren Winkel mit einander machen läſst.

Fig. 5 (Taf. VI) zeigt die Gestalt der Streifen, die sich um den Stift *A* bilden, wenn die Geschwindigkeit des Stroms etwa 30 Centimeter in der Secunde beträgt, Fig. 6 dagegen die, wenn die Geschwindigkeit 2 bis 3 Meter beträgt.

Ist die Geschwindigkeit gröſser als 5 bis 6 Meter, so scheinen alle Streifen sich zu einem einzigen zu vereinigen, welcher am Punkte *A* einen sehr scharfen krummlinigen Winkel bildet. Vielleicht sind hier alle Streifen mit ihrer gemeinschaftlichen Gränze zusammengeflossen, vielleicht auch kann man nur die einzelnen Streifen wegen zu groſser Zartheit nicht unterscheiden.

Da die Gestalt, Anordnung und Gröſse der Streifen in innigster Beziehung steht zur Richtung und Geschwindigkeit der Fäden eines Stroms, vor allem am Berührungspunkt des Stifts, so hat man dadurch ein schätzbares Mittel, diese Geschwindigkeit durch eine sehr einfache geometrische Operation zu bestimmen. Man braucht nämlich nur für gewisse Punkte längs der Axe *AB* die Dimensionen des ersten Streifens *CAD* zu messen, und die Resultate mit denen, welche man zuvor bei künstlichen oder natürlichen Strömen von bekannter (mit dem Log gemessener) Geschwindigkeit erhalten hat, zu vergleichen. Dieſs Verfahren ist um so beachtenswerther, als es in Fällen anwendbar ist, wo andere nicht gebraucht werden können, z. B. bei sehr schnellen oder von Ort zu Ort sehr veränderlichen Strömen. Die Ermittlung des

Ge-

Gesetzes über den Einfluſs der Geschwindigkeit auf die Gestalt der Streifen, welche diesem Verfahren vorangehen muſs, ist zwar schwierig, läſst sich aber dennoch wohl auf experimentellem Wege bewerkstelligen, in Zukunft vielleicht auch auf theoretischem.

Ganz dieselben Streifen, welche man in strömendem Wasser bei Eintauchung eines fest stehenden Stiftes wahrnimmt, entstehen auch, wenn man längs der Oberfläche ruhigen Wassers einen Stift mit gleichförmiger Bewegung hinführt, nur stehen sie hier, in Bezug auf äuſsere feststehende Gegenstände, nicht still, sondern schreiten mit der Bewegung des Stiftes fort.

Zusatz. Da Hr. Poncelet die von ihm beschriebene interessante Erscheinung ohne Erklärung gelassen, ja, nach einer Aeuſserung zu schlieſsen, dieselbe unter keinem ganz richtigen Gesichtspunkt aufgefaſst hat, so dürfte es wohl nicht unpassend seyn, hier mit wenigen Worten den Grund des Phänomens anzudeuten, wozu ich zum Theil durch die mündlichen und schriftlichen Bemerkungen meines Freundes, des Hrn. Prof. Weber, veranlaſst und in den Stand gesetzt worden bin.

Es ist offenbar für die Erscheinung gleichgültig, ob das Wasser sich bewegt und der Stift still steht, oder ob das Wasser ruht und der Stift in einer geraden Linie darauf hinweggeführt wird. Nehmen wir den letzteren Fall an. In jedem Punkte, wo der Stift das Wasser berührt, wird derselbe ein System von Kreiswellen erregen, die sich nach bekannten Gesetzen fortwährend ausbreiten. So wie also der Stift auf der Oberfläche des Wassers fortgeführt wird, werden die Wellen, welche er auf diese Weise successiv an den hinter ihm liegenden Punkten erregt hat, immer gröſser und gröſser. Nimmt man zur Vereinfachung der Sache an, daſs der Stift an jedem Punkte der Wasserfläche nur *eine* Welle bilde (was in-

defs in Wirklichkeit nicht stattfindet, da immer mehrere hinter einander entstehen), so erhält man dadurch, wie es in Fig. 7 Taf. VI abgebildet ist, eine Reihe von Wellen, welche vom Punkte *d*, den der Stift zu Anfange einnahm, bis zum Punkte *a*, wo er sich zuletzt befindet, fortwährend kleiner werden. Nach einem bekannten Satze summirt sich nun die Wirkung der Wellen in den Punkten, wo gleichzeitig mehrere in gleicher Richtung anlangen; und so bilden sich in den Linien *ab*, *ac*, den gemeinschaftlichen Tangenten aller der Kreise, zwei lang gezogene Wellen, die wegen ihrer gröfseren Stärke noch lange Zeit nach Verschwindung der kleineren Elementar-Wellen sichtbar bleiben. Die auf diese Weise gebildeten Streifen sind indefs nicht geradlinig, sondern gekrümmt, weil ihre Erzeugerinnen, die Kreiswellen, sich mit abnehmender Geschwindigkeit ausbreiten. Auch entstehen gleichzeitig immer mehrere Streifen, weil der Stift an jedem Punkte der Wasserfläche mehr als eine Kreiswelle erregt; indefs werden sämmtliche Streifen in einen einzigen zusammenfliefsen, sobald die Geschwindigkeit des Stifts gröfser ist als die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen. Das Verhältnifs dieser beiden Geschwindigkeiten, von denen die letztere natürlicherweise nach der Natur der Flüssigkeit verschieden ist, bedingt die Gestalt der Streifen oder Furchen.

Diese Furchen entstehen übrigens auf die angegebene Weise hinter jedem schnell dahinsegelnden Kahne, und man kann sie auch, wie es die Gebrüder Weber in ihrer vortrefflichen » *Wellenlehre* «, S. 38, gezeigt haben, dadurch leicht hervorrufen, dafs man ein in Wasser getauchtes und eben herausgezogenes Ruder in gerader Linie schnell über die Wasserfläche hinführt, indem dann die successiv und ziemlich regelmäfsig herabfallenden Tropfen die vorhin erwähnte Reihe von Kreiswellen erzeugen. Noch belehrender würde ein Apparat seyn, der so eingerichtet wäre, dafs man eine Reihe feiner, in gerader

Linie liegender Spitzen, die gleiche und wenn man will beliebig zu verändernde Abstände von einander hätten, ein Mal gleichzeitig, und das andere Mal hinter einander mit einer Wasserfläche in Berührung setzte. Im ersten Falle würde man dann aus den Kreiswellen, welche durch die einzelnen Spitzen erzeugt werden, mehrere Paare geradliniger paralleler Wellen entstehen sehen, im letzteren Fall aber mehrere Paare convergirender und schwach gekrümmter.

Aus der Entstehungsart dieser Furchen ist übrigens einleuchtend, dafs dieselben den eigentlich stehenden Wellen, wie sie aus dem Begegnen zweier gleich starken Wellen in entgegengesetzter Richtung entspringen, nicht beizuzählen sind. Ihre Unbeweglichkeit ist nur scheinbar und findet blofs in Bezug auf den sich bewegenden Stift statt; in Bezug auf die Wassertheilchen haben die Furchen eine fortschreitende Bewegung, senkrecht gegen die Bahn des Stifts, und vermöge dieser weichen sie immer mehr und mehr aus einander. Dafs man diese Bewegung nicht sieht, rührt daher, dafs die parabolische Curve dieser Furchen gegen ihren Scheitel hin, durch den fortwandernden Stift in jedem Augenblick erneuert wird, und gerade die Unveränderlichkeit der Curve bei dieser steten Fortbildung an ihrem Scheitel ist ein Beweis von dem fortwährenden Auseinanderweichen der früher gebildeten Theile. Die Permanenz dieses Phänomens ist also gewissermafsen eine optische Täuschung, von deren Vorhandenseyn man sich augenblicklich überzeugen wird, wenn man, für den Fall, dafs das Wasser ruht und der Stift fortgeht, den Abstand der beiden Zweige der Curve, in senkrechter Richtung gegen die Bahn des Stifts, an einer Stelle zu zwei verschiedenen Zeiten mifst.

Zum Schlusse mag hier noch die Bemerkung stehen, dafs die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen, welche die von Hrn. Poncelet an einem mehr oder weniger gegen den Horizont geneigten Wasserstrahl beobach-

teten Furchen hervorbringen, nicht, wie bei den horizontalen Wellen, von der Schwerkraft allein, sondern auch von der Capillarkraft, ja bei einem senkrechten Strahl von letzterer allein *) bedingt wird. Diefs giebt vielleicht ein Mittel ab, diese Kraft bei verschiedenen Flüssigkeiten zu messen, eben so wie die erwähnten Furchen, wenn sie auf der horizontalen Oberfläche einer Flüssigkeit erregt werden, ein Mittel zur Bestimmung der Geschwindigkeit der durch die Schwerkraft auf dieser Flüssigkeit fortgepflanzten Wellen darbieten. *P.*

VI. *Ueber die Gränze der Hörbarkeit tiefer Töne; von Hrn. Savart*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XLVII. p.* 69.)

In einem früheren Aufsatz **) habe ich hauptsächlich zu zeigen gesucht, dafs, wenn es eine Gränze giebt, über welche hinaus das menschliche Ohr hohe Töne nicht mehr wahrnimmt, dieselbe viel entfernter liegt, als man es bisher geglaubt, weil man noch Töne hören kann, die aus 40000 einfachen Oscillationen in der Secunde entspringen. Am Schlusse dieses Aufsatzes habe ich gesagt, dafs, wenn es möglich wäre, eine Reihe von Eindrücken auf das Gehörorgan hervorzubringen, von denen jeder länger als eine Sechszehntel-Secunde dauerte, nicht daran zu zweifeln stände, dafs man noch tiefere Töne als die aus 32 einfachen Oscillationen in der Secunde entspringenden wahrnehmen würde, und dafs es folglich für die Hörbarkeit tiefer Töne keine Gränze gäbe. Diese Hypothese

*) Die schraubenförmigen Furchen an dem Quecksilberstrahl, der senkrecht aus einem Trichter mit rauher Spitze fliefst, sind ganz dieses Ursprungs. *P.*

**) Mitgetheilt in dies. Ann. Bd. XX (96) S. 290. *P.*

habe ich durch ein, wie ich glaube, bisher ganz unbekanntes Verfahren der Tonerregung zu verwirklichen gesucht, von dem ich hier eine Idee zu geben versuchen werde.

Wird ein Speichen-Rad in Umdrehung versetzt, so theilt es der umgebenden Luft Bewegung mit, in gleicher Richtung mit der seinigen. Wenn man nun, während der Luft diese Bewegung eingeprägt ist, dem Rade, in Richtung einer seiner Speichen, den Rand eines dünnen Bretts oder eines Kartenblatts nähert, und zwar so, dafs die Ebenen des Blatts und des Rades senkrecht auf einander stehen, so ist klar, dafs der Luftstrom momentan unterbrochen wird, sobald eine der Speichen neben (*devant*) diesem Blatt vorbeigeht, und dafs, während der ganzen Zeit des Fortgangs der Speiche, die Luft an einer des Blattes *) z. B. oberhalb comprimirt und gleichzeitig unterhalb dilatirt wird, so dafs, im Moment wo die Speiche entweicht, die comprimirte Luft sich in das erzeugte unvollkommene Vacuum stürzt. Ist die Umdrehungsgeschwindigkeit grofs genug, so mufs, wie einzusehen, aus dieser Bewegung der Luft ein ähnliches Geräusch entstehen, wie das, welches stattfindet, wenn die Luft plötzlich in ein mehr oder weniger ausgepumptes Gefäfs eindringt. Diefs geschieht auch wirklich, und da der Vorgang sich bei jeder Speiche wiederholt, so entsteht eine Reihe kleiner Explosionen, deren Zahl proportional ist der Zahl der Speichen und der Umdrehungsgeschwindigkeit des Rades, und die, wiederholen sie sich schnell genug, einen anhaltenden Ton erzeugen, welcher viele Stärke erlangen kann, wenn man statt eines Kartenblatts deren mehrere, vier z. B., in angegebener Weise neben dem Rade in *einer* diametralen Ebene anbringt.

*) Weil das Blatt im Moment, wo die Speiche *neben* ihm vorbeigeht, den Luftstrom abschliefst, bedient sich Hr. Savart des Namens: *obturateur*, *Verschliefser*, für den hier der Kürze wegen immer *Blatt* gesetzt seyn wird. *P.*

Diefs ist im Allgemeinen das Princip, auf welchem der von mir angewandte Apparat beruht. Eigentlich müfste ich nun dieses neue Mittel zur Tonerregung in allen seinen Eigenthümlichkeiten studiren und den Einflufs der Länge, Dicke und Breite der Speichen, wie den der Dicke der Blättchen, untersuchen; allein da ich in diesem Aufsatz nur zur Absicht habe, mich mit der Gränze der Hörbarkeit tiefer Töne zu beschäftigen, so lasse ich alle diese Fragen für den Augenblick bei Seite liegen, und begnüge mich als das Resultat der Versuche anzuführen: 1) dafs die Intensität des Schalls sehr rasch mit der Länge der Speichen wächst; 2) dafs zur Erlangung sehr kurzer (*très-secs*) und sehr starker Schläge die Speiche im Moment, wo sie neben dem Blatte vorbeigeht, mit ihrer Kante der Kante des Blattes parallel, und letztere Kante nicht weiter als ein Millimeter von der Ebene, in welcher der Stab circulirt, entfernt seyn mufs *); 3) endlich, dafs die Schläge, wenn ihre Anzahl in einer gegebenen Zeit bestimmt ist, desto intensiver werden, je kleiner die Zahl der Speichen, oder mit andern Worten, je gröfser ihre Geschwindigkeit ist.

Auf diese Beobachtungen gründet sich die Construction des von mir angewandten Apparats. Er besteht aus einem $4\frac{1}{2}$ Fufs im Durchmesser haltenden Rade, mittelst dessen ein Eisenstab von etwa $2\frac{1}{2}$ Fufs Länge, 2 Zoll Breite und 6 Linien Dicke in Umdrehung gesetzt wird, und zwar um eine Axe, die durch die Mitte desselben, senkrecht gegen seine breiteren Flächen, hindurchgeht.

*) Hr. Savart gebraucht nämlich, wie er im folgenden Satze anführt, statt des Speichenrades, auch blofs einen einzigen Stab, den er um eine gegen seine Länge senkrecht stehende Axe im Kreise herumschwingt. Auch erhellt aus dieser Stelle, was zuvor nicht deutlich gesagt worden ist, dafs das Blatt nicht *vor* den Speichen, sondern *neben* ihnen steht. Unter *Schlag* hat man hier übrigens immer nur einen momentanen *Schall* zu verstehen, denn das Blatt wird von den Speichen oder dem Stabe nicht wirklich geschlagen. *P.*

Diese Axe ruht mittelst Pfannen auf einem sehr festen und sehr schweren Gestell, das auch das grofse bewegende Rad trägt. Zu beiden Seiten der kreisrunden Ebene, welche der Stab beschreibt, und in Richtung eines ihrer Durchmesser, sind zwei dünne Brettchen angebracht, so befestigt auf dem Gestell, dafs sie den Seiten des Stabes, der sich zwischen ihnen herumschwingt, nach Belieben genähert werden können. Mittelst eines an der Axe des Stabes befestigten Zählers kann man mit Leichtigkeit die Zahl der Umläufe derselben in einer Secunde bestimmen. Klar ist, dafs, bei dieser Einrichtung, die Zahl der Schläge doppelt so grofs ist wie die Zahl der Umläufe des Stabes, weil dieser bei jedem halben Umlauf einen Schlag hervorbringt.

Wenn der Stab beim Beginne seines Umlaufens nur eine geringe Geschwindigkeit besitzt, so hört man anfangs nur getrennte Schläge, die sehr schwachen Verpuffungen gleichen; so wie aber die Geschwindigkeit zunimmt, werden die Schläge immer intensiver, so dafs man glauben könnte, der Stab schlüge wirklich auf einen festen Körper; zugleich hört man einen anhaltenden, ungemein tiefen Ton, welcher anfangs sehr schwach ist, bald aber aufserordentlich stark wird, so wie die Schläge einander so schnell folgen, dafs die von ihnen auf das Gehörorgan gemachten Eindrücke lang genug dauern, um gehörig in einander zu greifen. Da man indefs mit dem beschriebenen Apparat nicht mehr als 25 bis 30 Umläufe in der Secunde hervorbringen kann, so nimmt man, aufser dem anhaltenden Ton, immer noch jeden einzelnen Schlag gewahr, so dafs der Ton immer zu den sogenannten schnarrenden gehört *). Uebrigens besitzt er eine solche Stärke,

*) Mit einem Rade von drittehalb Fufs im Durchmesser und acht Speichen, gedreht mit solcher Geschwindigkeit, dafs man ungefähr 50 bis 100 Schläge in der Secunde erhält, sind die Töne bewundernswerth gerundet und stark, und man unterscheidet aufser dem anhaltenden Ton durchaus nicht mehr die Schläge, die denselben erzeugt haben.

dafs alle Personen, die diesen Versuchen beiwohnten, darüber in Erstaunen geriethen; und wirklich ist diese Stärke so grofs, dafs es in einem sehr geräumigen Zimmer durchaus unmöglich ist, auch nur das Mindeste von einer Orgel, oder einem Basse, oder den Stimmen der Menschen, während der Bewegung des Apparats zu hören.

Da es hier das Wichtigste war, die Zahl der Schläge, bei welcher die Wahrnehmung des anhaltenden Tones anfing, genau zu bestimmen, so wurde der Versuch in Gegenwart vieler Personen mehrmals wiederholt. Alle stimmten darin überein, dafs die Gränze der Hörbarkeit bei etwa sieben bis acht Schlägen, also vierzehn bis sechszehn einfachen Schwingungen in der Secunde liege. Diese Gränze darf indefs nicht als absolut betrachtet werden, denn mit einem Apparat von kleinerem Durchmesser kommt der anhaltende Ton erst bei einer weit gröfseren Zahl von Schlägen zu Stande, so dafs man natürlicherweise schliefsen mufs, dafs, wenn der herumgeschwenkte Stab länger, die Stärke der Schläge also gröfser wäre, man auch den anhaltenden Ton bei einer weit geringeren Zahl von Schlägen hören würde.

Nichts beweist daher bis jetzt, dafs es für die Hörbarkeit tiefer sowohl wie hoher Töne eine Gränze gebe; im Gegentheil *scheinen* die Thatsachen zu zeigen, dafs, wenn die Dauer des von jedem Schlage erzeugten Eindrucks proportional mit der Vermehrung der in gegebener Zeit erfolgenden Zahl von Schlägen vermindert wird, die höchsten Töne mit gleicher Leichtigkeit wie die weniger hohen wahrnehmbar seyn würden. Und umgekehrt, könnte man, immer für eine gegebene Zeit, die Dauer des von jedem Schlag hervorgebrachten Eindrucks proportional mit der Verminderung der Schläge verlängern, so würden die tiefsten Töne eben so leicht wahrnehmbar seyn, wie die weniger tiefen, die der Empfindlichkeit unseres Gehörorgans angemessener zu seyn scheinen.

VII. *Ueber eine besondere Klasse von optischen Täuschungen;*
von Hrn. M. Faraday.

(*Journ. of the Royal Institut. Vol. I. p.* 205.)

Die in diesem Aufsatz beschriebenen Erscheinungen bilden einen besonderen Fall von denen, welche Hr. Plateau in seiner lehrreichen Abhandlung, Bd. XX S. 320 dieser Annalen, unter einem allgemeineren Gesichtspunkt aufgefafst und erklärt hat. Statt nämlich Jener seine Untersuchung auf die Gesammtheit aller Trugbilder ausdehnt, die aus den scheinbaren Durchschnittspunkten irgend zweier schnell herumgedrehter Curven entspringen, schränkt sich Hr. Faraday auf diejenigen ein, welche durch die Speichen oder Zähne zweier rotirenden Räder hervorgebracht werden. Für den aufmerksamen Leser der erwähnten Abhandlung enthält demnach die Arbeit des Hrn. Faraday nichts Neues. Indefs ist der Fall mit den rotirenden Rädern immer einer der einfachsten und auffallendsten, und so dürfte es nicht ganz überflüssig seyn, wenigstens den Apparat kennen zu lernen, welchen Hr. Faraday erdacht hat, um diese interessanten Erscheinungen, welche sich so häufig bei Betrachtung von Räderwerken darbieten, leicht und ohne Kosten hervorzurufen.

Ein etwas dickes Brettchen steht senkrecht auf einem Fufs, und ist, wie Fig. 8. Taf. VI. zeigt, so ausgeschnitten, dafs es drei Ständer bildet, welche mittelst kleiner, aus Kupferblech geschnittener Pfannen, von der Form wie Fig. 9, die Stahlaxen der beiden verticalen Stirnräder tragen. Jede dieser, in *einer* Linie liegenden Axen trägt aufser dem Rade ein Röllchen, das sich mit einiger Reibung hin und her schieben läfst. Mittelst dieser Rollen wird den beiden Rädern durch die dazwischen

liegende horizontale Scheibe eine entgegengesetzte Rotation mitgetheilt. Diese etwa 4 Zoll im Durchmesser haltende Scheibe, obwohl sie sich um eine in den mittleren Pfeiler eingelassene Verticalaxe dreht, ruht nämlich mit ihrer unteren, mit Sandpapier überzogenen, Fläche auf den Rollen. So wie also die Scheibe, entweder an ihrer Axe mit den Fingern, oder mittelst der auf die Axe geschobenen Rollen durch eine Schnur, in Umdrehung gesetzt wird, drehen sich auch die Räder in entgegengesetzter Richtung mit Geschwindigkeiten, die man durch Hin- und Herschieben der Rollen auf den horizontalen Axen innerhalb einer gewissen Gränze in jedes beliebiges Verhältniſs zu einander bringen, auch vergröſsern und verringern kann.

Um den Rädern eine Bewegung in gleicher Richtung zu ertheilen, ist unten im Brett ein Ausschnitt gemacht, bestimmt zur Aufnahme einer Walze, über welche und die Rollen dann endlose Schnüre gezogen werden. Dreht man nun die Walze, nachdem die Scheibe fortgenommen ist, so rotiren auch die Räder in gleichem Sinne.

Die Räder werden aus weiſser Kartenpappe geschnitten, etwa von 7 Zoll im Durchmesser und mit einer beliebigen Zahl von Zähnen versehen.

Die mit diesem Apparat hervorzubringenden Erscheinungen sind nun hauptsächlich folgende. Dreht man die Räder mit gleicher und entgegengesetzter Geschwindigkeit, und stellt das Auge so, daſs man beide frei neben einander sieht, so nimmt man nur einen gleichförmigen Schleier gewahr. Ist das Auge aber in die Verlängerung der Axe dieser Räder gebracht, so erblickt man sogleich das feststehende Bild eines Rades mit doppelt so vielen Zähnen, als jedes der rotirenden Räder für sich besitzt. Ist die Geschwindigkeit beider Räder ungleich, so steht das Bild nicht mehr still, sondern dreht sich in Richtung des Rades mit der gröſseren Geschwindigkeit. Steht das Auge auſserhalb der Axe der Räder, aber noch

so, dafs diese sich theilweise decken, so erblickt man ein krummliniges Trugbild von mannigfaltiger Gestalt.

Was die Erklärung dieser Erscheinungen betrifft, so ist die von Hrn. Faraday gegebene durchaus einerlei mit der von Hrn. Plateau, welche man ausführlich in der genannten Abhandlung, S. 321, aus einander gesetzt findet *). Es mag hier nur noch erwähnt werden, dafs man diese Erscheinungen auch mit einem Rade und sei-

*) Beiden Physikern zufolge entstehen die Trugbilder, welche beim schnellen Rotiren zweier Linien sichtbar werden, dadurch, dafs das Auge von deren scheinbaren Durchschittspunkten nur den Eindruck der vorderen Linie empfängt, von allen übrigen Punkten aber den Eindruck beider Linien. Sind demnach die Linien weifs und bewegen sie sich vor einem dunkelen Hintergrund, so erscheinen jene Durchschnittspunkte dunkeler als die ganze übrige Fläche, welche von beiden Linien beschrieben wird; und behalten die scheinbaren Durchschnittspunkte der hinter einander weggehenden Linie in Bezug auf das Auge immer eine unveränderliche Lage, so erblickt dieses ein feststehendes Bild. Um diesen Vorgang auf experimentellem Wege zu erweisen, scheint es mir am unterrichtesten zu seyn, statt der Räder blofs zwei weifse Stäbe, jeden mit einem seiner Enden in eine besondere Axe gesteckt, vor einander und einem schwarzen Hintergrund rotiren zu lassen, da man hiedurch diese Klasse von Erscheinungen in ihrer einfachsten Gestalt erblickt. Bei gleicher und entgegengesetzter Rotation dieser Stäbe wird das zweimalige Decken derselben bei jedem ihrer Umläufe einen augenscheinlichen Beweis von der Ursache der Verdoppelung der Speichen in dem von Rädern hervorgebrachten Bilde geben; auch würde man den Einflufs der ursprünglichen Stellung der Räder auf die Erscheinungen deutlich nachweisen können.

Eine ähnliche und eben so auffallende Gesichtstäuschung läfst sich übrigens auch mit Schrauben hervorbringen. Versetzt man nämlich eine Schraube in schnelle Rotation, so glaubt man die Schraubengänge längs der Axe fortwandern zu sehen, vor- oder rückwärts, je nachdem die Rotation gleiche oder entgegengesetzte Richtung mit dem Gewinde hat. Diese Erscheinung ist wohl alltäglich, und wird namentlich auf Theatern zur täuschenden Nachahmung von Springbrunnen benutzt; es ist mir indefs nicht bekannt, dafs sie in einem physikalischen Lehrbuche behandelt worden sey. P.

nem Schatten oder seinem Bilde in einem Spiegel darstellen kann, sobald man das Auge so stellt, dafs es das Rad beim Rotiren seinen Schatten oder sein Spiegelbild schneiden sieht. Nach der Stellung des Auges und nach der Lage der schattenfangenden Ebene oder des Spiegels sind natürlich die Gestaltungen der Trugbilder verschieden.

Am Schlusse seiner Abhandlung wendet sich Hr. Faraday noch zu der sonderbaren Bewegungs-Erscheinung, welche das Räderthierchen darbietet. Diefs Thierchen, welches nur unter starker Vergröfserung sichtbar wird, ist von Baker und anderen Physiologen gut beschrieben worden. Es hat die Gestalt der Fig. 10 Taf. VI, und zeigt, dem Anscheine nach, zwei Räder, eins auf jeder Seite des Kopfs, aus etwa vierzehn oder funfzehn Zähnen oder kurzen Speichen bestehend. Diese Zähne sind rauh und durch Zwischenräume getrennt, die gröfser sind als ihre Breite; sie scheinen nicht deutlich auf eine Axe gesetzt zu seyn, sondern verdünnen sich gegen die Mitte, und oft erscheinen sie von dieser ganz getrennt.

Nur während der Bewegung werden diese Theile als Räder gesehen; wenn das Thier in Ruhe ist, was zuweilen geschieht, sind sie zurück und einwärts gezogen. Die Bewegung der Räder geschieht continuirlich, gleichsam als wenn sie sich beständig in *einer* Richtung um ihre Axe drehten. Die Geschwindigkeit ist so grofs, dafs die Zähne schnell vor dem Auge vorübergeführt werden; doch kann man noch deutlich die einzelnen Zähne unterscheiden. Beide Räder drehen sich gewöhnlich in *einerlei*, und wenn der Kopf des Thiers dem Beobachter zugewandt ist, meist in derselben Richtung wie der Zeiger einer Uhr. Baker giebt indefs an, dafs er die Räder in entgegengesetzter Bewegung gesehen habe, auch dafs die Bewegung erst gestockt und dann sich umgekehrt habe. Die Geschwindigkeit ist übrigens nicht immer gleich, sondern verschieden, nach den Anstrengungen, die das Thier zur Einfangung seiner Nahrung macht.

Die Radebewegung dieser Thierchen ist so auffallend, daſs Männer von vieler Uebung in mikroskopischen Beobachtungen noch bis auf den heutigen Tag glauben, es seyen wirklich Räder, die sich beständig in einer Richtung drehen. Indeſs ist die Erscheinung einigen der vorhin beschriebenen so ähnlich, daſs ich, sagt Hr. Faraday, den Rädern ohne allen Zweifel die Wirklichkeit absprechen und sie nur für Trugbilder (*Spectra*) halten muſs, hervorgebracht von Theilen, die entweder zu klein sind oder sich zu schnell bewegen, um erkannt werden zu können. Es läſst sich nämlich eine Anordnung denken, welche mit der thierischen Organisation vollkommen verträglich und doch zur Hervorbringung aller beobachteten Erscheinungen geeignet ist. Es sey z. B. der Kopf des Thieres mit Fäserchen besetzt, die, mit Muskelkraft begabt, sich nach allen Seiten ausstrecken, und so eine Art von Rad bilden können. Wenn sich nun diese Fäserchen in tangentialer Richtung schnell vorwärts und langsam wieder zurück bewegen, so ist klar, daſs in der Flüssigkeit Strömungen entstehen werden, die geeignet sind, Nahrung in den Mund des Thieres zu bringen; und eben so einleuchtend ist, daſs diese Fäserchen bei ihrer raschen Bewegung weniger sichtbar seyn werden, als bei der langsamen rückwärts. Es wird daher an dieser Stelle ein Zwischenraum zwischen den Fäserchen entstehen, welcher, vermöge deren successiven Bewegung rund um das Rad zu laufen scheinen würde. Die Fäserchen könnten auch, statt sich einzeln zu bewegen, in Gruppen vereint diese Wirkung hervorbringen. Das Resultat wäre gleich.

Um sich dieſs zu verdeutlichen, denke man sich eine kreisrunde Bürste mit langen Haaren, wie in Fig. 11., und unter dieser einen Ring mit Drähten besetzt, wie man sie in der Figur im Durchschnitt sieht. Wenn man diesen Ring dreht, so werden die Drähte die Haare ein wenig vorwärts biegen, und, wenn sie von ihnen abgleiten, rasch in ihre frühere Lage zurückschnellen lassen.

liegende horizontale Scheibe eine entgegengesetzte Rotation mitgetheilt. Diese etwa 4 Zoll im Durchmesser haltende Scheibe, obwohl sie sich um eine in den mittleren Pfeiler eingelassene Verticalaxe dreht, ruht nämlich mit ihrer unteren, mit Sandpapier überzogenen, Fläche auf den Rollen. So wie also die Scheibe, entweder an ihrer Axe mit den Fingern, oder mittelst der auf die Axe geschobenen Rollen durch eine Schnur, in Umdrehung gesetzt wird, drehen sich auch die Räder in entgegengesetzter Richtung mit Geschwindigkeiten, die man durch Hin- und Herschieben der Rollen auf den horizontalen Axen innerhalb einer gewissen Gränze in jedes beliebiges Verhältnifs zu einander bringen, auch vergröfsern und verringern kann.

Um den Rädern eine Bewegung in gleicher Richtung zu ertheilen, ist unten im Brett ein Ausschnitt gemacht, bestimmt zur Aufnahme einer Walze, über welche und die Rollen dann endlose Schnüre gezogen werden. Dreht man nun die Walze, nachdem die Scheibe fortgenommen ist, so rotiren auch die Räder in gleichem Sinne.

Die Räder werden aus weifser Kartenpappe geschnitten, etwa von 7 Zoll im Durchmesser und mit einer beliebigen Zahl von Zähnen versehen.

Die mit diesem Apparat hervorzubringenden Erscheinungen sind nun hauptsächlich folgende. Dreht man die Räder mit gleicher und entgegengesetzter Geschwindigkeit, und stellt das Auge so, dafs man beide frei neben einander sieht, so nimmt man nur einen gleichförmigen Schleier gewahr. Ist das Auge aber in die Verlängerung der Axe dieser Räder gebracht, so erblickt man sogleich das feststehende Bild eines Rades mit doppelt so vielen Zähnen, als jedes der rotirenden Räder für sich besitzt. Ist die Geschwindigkeit beider Räder ungleich, so steht das Bild nicht mehr still, sondern dreht sich in Richtung des Rades mit der gröfseren Geschwindigkeit. Steht das Auge aufserhalb der Axe der Räder, aber noch

so, daſs diese sich theilweise decken, so erblickt man ein krummliniges Trugbild von mannigfaltiger Gestalt.

Was die Erklärung dieser Erscheinungen betrifft, so ist die von Hrn. Faraday gegebene durchaus einerlei mit der von Hrn. Plateau, welche man ausführlich in der genannten Abhandlung, S. 321, aus einander gesetzt findet *). Es mag hier nur noch erwähnt werden, daſs man diese Erscheinungen auch mit einem Rade und sei-

*) Beiden Physikern zufolge entstehen die Trugbilder, welche beim schnellen Rotiren zweier Linien sichtbar werden, dadurch, daſs das Auge von deren scheinbaren Durchschittspunkten nur den Eindruck der vorderen Linie empfängt, von allen übrigen Punkten aber den Eindruck beider Linien. Sind demnach die Linien weiſs und bewegen sie sich vor einem dunkelen Hintergrund, so erscheinen jene Durchschnittspunkte dunkeler als die ganze übrige Fläche, welche von beiden Linien beschrieben wird; und behalten die scheinbaren Durchschnittspunkte der hinter einander weggehenden Linie in Bezug auf das Auge immer eine unveränderliche Lage, so erblickt dieses ein feststehendes Bild. Um diesen Vorgang auf experimentellem Wege zu erweisen, scheint es mir am unterrichtesten zu seyn, statt der Räder bloſs zwei weiſse Stäbe, jeden mit einem seiner Enden in eine besondere Axe gesteckt, vor einander und einem schwarzen Hintergrund rotiren zu lassen, da man hiedurch diese Klasse von Erscheinungen in ihrer einfachsten Gestalt erblickt. Bei gleicher und entgegengesetzter Rotation dieser Stäbe wird das zweimalige Decken derselben bei jedem ihrer Umläufe einen augenscheinlichen Beweis von der Ursache der Verdoppelung der Speichen in dem von Rädern hervorgebrachten Bilde geben; auch würde man den Einfluſs der ursprünglichen Stellung der Räder auf die Erscheinungen deutlich nachweisen können.

Eine ähnliche und eben so auffallende Gesichtstäuschung läſst sich übrigens auch mit Schrauben hervorbringen. Versetzt man nämlich eine Schraube in schnelle Rotation, so glaubt man die Schraubengänge längs der Axe fortwandern zu sehen, vor- oder rückwärts, je nachdem die Rotation gleiche oder entgegengesetzte Richtung mit dem Gewinde hat. Diese Erscheinung ist wohl alltäglich, und wird namentlich auf Theatern zur täuschenden Nachahmung von Springbrunnen benutzt; es ist mir indeſs nicht bekannt, daſs sie in einem physikalischen Lehrbuche behandelt worden sey. *P.*

Licht der einen mit dem unter verschiedenen Neigungen vom Spiegel reflectirten der anderen gleich stark war, zeigt folgende Tafel:

Einfallswinkel vom Perpendikel gerechnet.	Abstände beim directe Licht.	beim reflectirten Licht.
20°	$38\frac{7}{60}$ Zoll	$31\frac{23}{30}$ Zoll
40	$40\frac{19}{30}$ -	$33\frac{5}{24}$ -
60	$42\frac{1}{30}$ -	$33\frac{13}{15}$ -

Hienach würde das Verhältniſs der Stärke des directen zum reflectirten Lichte seyn:

Neigung.		Direct. Reflectirt.
20°	$(38\frac{7}{60})^2 : (31\frac{23}{30})^2$	$= 100 : 69{,}45$
40	$(40\frac{19}{30})^2 : (33\frac{5}{24})^2$	$= 100 : 66{,}79$
60	$(42\frac{1}{30})^2 : (33\frac{13}{15})^2$	$= 100 : 64{,}91$

Bei Wiederholung des Versuches am folgenden Tage erhielt der Verfasser folgende Resultate:

Neigung.	Directes Licht.	Reflectirtes Licht.
10°	100	68,61
30	100	66,58
50	100	65,42
70	100	65,15

Ein dritter Versuch, zwei Tage hernach angestellt, ergab Folgendes:

Neigung.	Directes Licht.	Reflectirtes Licht.
10°	100	66,42
30	100	65,50
50	100	64,73

Der

der andern Lampe, und diese reducirte Entfernung vergleichen mit dem Abstand des Spiegels von dem Schirm. Der Verfasser scheint den Abstand des Schirms vom Spiegel, vermehrt um dessen Abstand von der Lampe, verglichen zu haben mit dem Abstand des Schirms von der Lampe, die das directe Licht lieferte. *P.*

Der Verfasser nahm nun einen Spiegel von Gufsstahl von gleichen Dimensionen mit den oben angewandten. Die Resultate waren:

Neigung.	Directes Licht.	Reflectirtes Licht.
10°	100	60,52
30	100	58,69
50	100	54,96

und 14 Tage später bei einem zweiten Versuche:

Neigung.	Directes Licht.	Reflectirtes Licht.
10°	100	57,18
20	100	55,64
30	100	55,49
50	100	53,29
60	100	54,65.

Aus der Gesammtheit dieser Versuche schliefst der Verfasser:

1) Dafs das Reflexionsvermögen frisch polirter Spiegel ziemlich rasch mit der Zeit abnehme, da die reflectirte Lichtmenge bei Wiederholung der Versuche immer kleiner wurde.

2) Dafs das Reflexionsvermögen zweier Metalle oder Metallgemische sich nicht, der allgemeinen Annahme gemäfs, wie deren Dichtigkeiten verhalte, sondern dafs die reflectirten Lichtmengen im gleichen Verhältnifs stehen, wie die specifischen Wärmen dieser Massen, genommen bei Gleichheit der Volumen.

3) Endlich, dafs die Menge des reflectirten Lichts mit der, vom Perpendikel gerechneten, Neigung der Strahlen nicht zu-, sondern abnehme, ganz der bisher angenommenen Lehre zuwider.

Zusatz. Es wäre gewifs zu voreilig, ohne Wiederholung dieser Versuche über deren Werth absprechen

zu wollen; allein es scheint mir doch, als müfsten sie auf experimentellem Wege sorgfältig geprüft werden, ehe man das von dem Verfasser daraus gezogene Resultat als richtig ansehen darf. Fast scheint es nach den obigen Versuchen, als seyen die Lichtmengen, welche ein Metallspiegel reflectirt, für alle Neigungen der einfallenden Strahlen gleich, denn die Unterschiede, welche sich darbieten, sind nicht so grofs, dafs man sie nicht allenfalls auf Rechnung einer unrichtigen Messung der Abstände oder der Neigung der auf den Spiegel fallenden Strahlen (zumal diese divergirten, also nur wenige derselben unter der angenommenen Incidenz einfielen), oder der nicht ganz völligen Gleichheit des directen und reflectirten Lichts schieben könnte. Eine genaue Wiederholung der Versuche des Verfassers würde daher gewifs sehr wünschenswerth und für die Praxis sehr verdienstlich seyn. Sollen diese Messungen indefs für den gegenwärtigen Zustand der Optik einen wissenschaftlichen Werth bekommen, so müssen sie, meiner Meinung nach, durchaus nicht mit gemeinem Lichte, sondern mit den verschiedenen Arten des polarisirten angestellt werden. Noch die neueren Versuche von Fresnel (mitgetheilt in diesem Bande der Annalen, S. 68 und 90) haben gezeigt, dafs das parallel mit der Einfallsebene polarisirte Licht nach einem ganz anderen Gesetze von einer Glasfläche zurückgeworfen wird, als das senkrecht gegen jene Ebene polarisirte, und die Resultate, die man mit gemeinem Lichte erhält, sind daher keine einfachen, weil sie aus dem Complex beider Gesetze hervorgehen. Es läfst sich erwarten, dafs bei den Metallen, von denen wir durch die schöne Untersuchung von Brewster (dies. Ann. Bd. XXI S. 219) wissen, dafs sie das Licht bei der Reflexion auf eine ganz eigenthümliche Weise modificiren, etwas Aehnliches stattfindet, und daher ist es nöthig, hier geradlinig, circular und elliptisch polarisirtes Licht anzuwenden, ehe man aus den Versuchen mit gemeinem Lichte ein Gesetz abzulei-

ten unternimmt. Aus den angeführten Gründen scheint mir auch eine andere sehr ausführliche Reihe von Messungen über das Reflexionsvermögen des Kron-, Tafel- und Flintglases, die Hr. Potter im 7. Hefte der Brewster'schen Zeitschrift bekannt gemacht hat, keine besondere Aufmerksamkeit zu verdienen, da bei ihnen, wie bei den vorliegenden, nur gemeines Licht angewandt wurde.

P.

IX. *Neuer optischer Versuch vom Prof. Airy in Cambridge.*

(*Philosoph. Mag. and Annals, Vol. X p.* 141.)

Veranlafst durch eine Betrachtung der Fresnel'schen Formeln für die Intensität der reflectirten Lichtwellen, hat Hr. Prof. Airy kürzlich den Newton'schen Versuch mit den farbigen Ringen auf eine belehrende Weise abgeändert.

Wenn man eine Glaslinse auf eine ebene Glasplatte legt, so sieht man, wie bekannt, eine Reihe von Ringen, deren Mittelpunkt auffallend schwarz ist. Es ist gleichgültig, ob man dabei gemeines oder polarisirtes Licht anwendet; nur verschwinden bei letzterem die Ringe, sobald die Polarisationsebene senkrecht auf der Reflexionsebene steht, und die Strahlen unter dem Winkel des Polarisationsmaximum einfallen; so wie man aber den Einfallswinkel gröfser oder kleiner macht, erscheinen auch die Ringe mit ihrem schwarzen Mittelpunkt wieder.

Legt man jedoch die Glaslinse auf eine *Metallfläche*, und läfst man Licht darauf fallen, das senkrecht gegen die Einfallsebene polarisirt ist, so zeigt sich Folgendes. So lange der Einfallswinkel klein ist, erscheint der Mittelpunkt der Ringe schwarz; ist er dem Winkel des Po-

larisationsmaximums beim Glase gleich, so *verschwinden* die Ringe, obwohl das Metall noch reichlich Licht reflectirt; wird endlich der Winkel, auch nur um ein Geringes, vergrößsert, so erscheinen die Ringe wieder, aber mit einem *weißsen* Mittelpunkt, und so bleibt die Erscheinung, bis der Einfallswinkel $=90°$ geworden ist.

Es ist einerlei, ob das Licht vor oder nach der Reflexion polarisirt wird. Dieſs giebt zu einer merkwürdigen Erscheinung Anlaſs. Läſst man nämlich gemeines Licht unter einem Winkel, gröſser als dem der vollständigen Polarisation, einfallen, so haben die Ringe einen schwarzen Mittelpunkt; bringt man aber eine Turmalinplatte, mit ihrer Axe senkrecht gegen die Reflexionsebene gestellt, zwischen das Auge und die Linse, so sieht man die Ringe mit einem weiſsen Mittelpunkt.

Nach Hrn. Airy's Ansicht sprechen diese Erscheinungen im höchsten Grade für die Richtigkeit der Fresnel'schen Theorie von transversalen Vibrationen, so wie auch für die Idee, welche einen nothwendigen Theil dieser Theorie ausmacht, daſs die Polarisation *nicht eine Modification oder physische Veränderung* des Lichts ist, sondern eine Zerlegung seiner Vibrationen nach zwei gegen einander senkrechten Richtungen.

Der letzte Versuch, wo der Charakter der Ringe nach ihrer Bildung verändert wird, erscheint fast als entscheidend für diesen Punkt. Aus der Art, wie sich die Ringe bei Umdrehung des Turmalins verändern, schlieſst Hr. Airy, daſs die in der Reflexionsebene liegenden Vibrationsphasen mehr durch die Reflexion von der Metallfläche beschleunigt werden, als die auf der Reflexionsebene senkrechten Vibrationen. Der schwarze Mittelpunkt ist bei Anwendung eines Metalls nie so dunkel, als wenn die Linse auf Glas liegt, und eben so ist der weiſse niemals sehr hell.

Das Resultat des folgenden Versuchs, gleich dem der vorhergehenden, wurde durch theoretische Betrach-

tungen anticipirt, und diefs zeigt, wie richtig sich nach Fresnel's Theorie diese Vorgänge, die nach jeder andern Theorie unerklärlich sind, beurtheilen lassen. Bei dem gemeinen Polarisationsapparat fällt geradlinig polarisirtes Licht ein, und das Licht, welches von dem zwischen gestellten Krystall ausfährt, wird durch die analysirende Platte in zwei Bündel von geradlinig polarisirtem Lichte zerlegt, von denen nur der eine zum Auge gelangt. Fällt dagegen circular oder elliptisch polarisirtes Licht auf den Krystall, so bilden sich, wie bekannt, Ringe; es ist indefs noch nicht als ein allgemeines Theorem anerkannt, dafs Ringe sichtbar werden, wenn die analysirende Platte so eingerichtet ist, dafs es das von dem Krystall ausfahrende Licht in *irgend zwei Arten von Licht* zerlegt, von denen die eine vernichtet, und die andere zum Auge durchgelassen wird. Nun kann mittelst Fresnel's Rhomboëder, oder, unvollkommen, durch ein Glimmerblättchen die analysirende Platte so eingerichtet werden, dafs sie das ausfahrende Licht in zwei circular polarisirte Strahlen zerlegt, von denen einer zum Auge hindurchgelassen, der andere aber vernichtet wird. In der Annahme, dafs das Licht auf diese Weise analysirt werde, und dafs das einfallende Licht circular polarisirt sey, giebt die Theorie das Resultat: dafs die Farbe nur von dem Gewinn oder Verlust des aufserordentlichen Strahls über den ordentlichen abhange. Es treten keine Kreuze (*brushes*) auf, und die Erscheinungen ändern sich nicht, wenn der Krystall um den einfallenden Strahl gedreht wird. Die Schlüsse finden ihre völlige Bestätigung durch die Versuche mit ein- und zweiaxigen Krystallen und mit schnell abgeglühtem Glase. Kalkspath z. B. zeigt Ringe ohne Kreuze (*brushes*); Salpeter u. s. w. zeigt die Lemniscaten in ihrer ganzen Ausdehnung ohne irgend eine Unterbrechung.

X. *Ueber eine neue Klasse von Polarisationserscheinungen;*
von Hrn. L. Nobili.

(Auszug aus der *Biblioth. universelle*, *T. XLV p.* 239.) *).

Die Farbenringe, welche mittelst der Volta'schen Säule auf Metallplatten entstehen **), bieten eine Erscheinung dar, welche sich nicht bei den Newton'schen Ringen zeigt. Betrachtet man nämlich die Farben der Seifenblasen durch einen Kalkspath, so sieht man, *unter allen Neigungen*, zwei Bilder von *gleicher* Farbe und fast *gleicher* Stärke. Betrachtet man dagegen die mittelst der Säule auf Metallplatten hervorgebrachten Ringe auf eben die Weise, so erblickt man zwei Bilder von verschiedenen Farben, die sich nicht zu Weiſs ergänzen, sondern vereinigt die Farbe geben, welche die Platte unter gleicher Incidenz dem bloſsen Auge darbietet.

Je höher die Politur der Platten ist, desto deutlicher und schärfer sind die Bilder; im Uebrigen bleiben die Erscheinungen unverändert. Auch ist es gleichgültig, ob die kleinen Ritzen auf den Platten parallel oder senkrecht gegen die Einfallsebene der Strahlen stehen.

Die Neigung, unter welcher die erwähnte Zerlegung der Farben stattfindet, ist nach der Natur dieser verschieden. Die azurblauen Farben werden viel früher zerlegt als alle übrigen. Im Allgemeinen findet die vollkommenste Trennung bei einer Neigung zwischen 5° und 10°

*) In der Hoffnung, daſs Hr. Nobili, seinem eignen Versprechen gemäſs, die hier beschriebene interessante Thatsache künftig noch gründlicher untersuchen werde, beschränke ich mich bloſs auf diesen kurzen Auszug. *P.*

**) Vergleiche dies. Ann. Bd. X (86) S. 392 und 405.

statt. Auch die Intensität der Bilder ist nach der Natur der Farbe, welche die Platte im natürlichen Zustande zeigt, verschieden; bald ist das gewöhnliche, bald das ungewöhnliche am gefärbtesten. Die Farben, welche dem ersten Ringe Newton's entsprechen, gehen fast gänzlich in das gewöhnliche Bild; die, welche dem vierten jener Ringe entsprechen, erscheinen dagegen im ungewöhnlichen Bilde.

Die Farben der Newton'schen Ringe ändern sich bekanntlich mit der Neigung der einfallenden Strahlen, und wenn man diese Neigung verringert, nimmt jeder Ring, während er zugleich breiter wird, die Farbe des folgenden an. Unter kleinen Neigungen (vom Perpendikel gerechnet) findet bei diesen Ringen fast dasselbe statt, bei größeren Neigungen befolgen aber die Farben eine andere Ordnung. Die Farben ändern demnach ihren Ton auf eine zweifache Weise ab, einmal in Folge der Schiefe der auffallenden Strahlen, und dann durch die Polarisation von Seiten des metallischen Grundes.

Ueberzieht man die Ringe mit einer Schicht von Alkohol, Wasser, Oel oder Firniſs, und beobachtet sie dann durch ein Kalkspath, so findet jene Farbenzerlegung nicht mehr statt; beide Bilder erscheinen mit gleicher Farbe.

Dieselben Erscheinungen zeigen übrigens auch Metalle, die durch irgend ein anderes Mittel als durch die Volta'sche Säule mit einem dünnen Ueberzug versehen sind. Betrachtet man z. B. blau angelaufene Uhrfedern durch einen Kalkspath, so erscheint das ungewöhnliche Bild weit dunkeler und reiner Blau als das gewöhnliche. Die rosenrothen Flächen, welche der Eisenglanz zuweilen besitzt, geben das gewöhnliche Bild roth, und das ungewöhnliche grün. Auch Insectenflügel zeigen ähnliche Erscheinungen. Die Flügel von Chylocopa violacea (Fab.) sind violett, durch einen Kalkspath gesehen, ist das gewöhnliche Bild violettroth, das ungewöhnliche dunkelgrün.

Bei den Flügeln von Chrysomela graminis (Fab.), die gelbgrün sind, ist das gewöhnliche Bild gelblich, das ungewöhnliche dunkelgrün.

XI. *Ueber das Cholera-Thierchen.*

Es ist eine ziemlich allgemein verbreitete, jedoch auf keine positive Thatsache gestützte Meinung, dafs die belebten Wesen der untersten Klasse, zu welchen man ihrer Kleinheit wegen stets ohne Weiteres die mikroskopischen Thierchen rechnen zu müssen geglaubt hat, durch eine blofse Aggregation sogenannter organischer Molecüle hervorgebracht werden, und noch in diesem Hefte, S. 561, hat Hr. Hermann, in seinem gewifs viel Wahres enthaltenden Aufsatz über die Ansteckungsfähigkeit der Cholera, durch eine ähnliche Vorstelluug sich die Entstehung dieser furchtbaren Krankheit zu erklären gesucht. Da Ansichten der Art auch schon sonst hie und da geäufsert worden sind, und zu fürchten steht, dafs sie allgemeineren Eingang finden, so dürfte das Urtheil eines in mikroskopischen Untersuchungen sehr geübten Naturforschers, der zugleich die hinsichtlich der Ansteckungsfähigkeit mit der Cholera so mancherlei Aehnlichkeit darbietende orientalische Pest aus eigener Anschauung kennt, hier wohl eine Stelle verdienen. In einer kürzlich erschienenen Flugschrift drückt sich nämlich Hr. Prof. Ehrenberg folgendermafsen über diesen Gegenstand aus.

»Auf die Aehnlichkeit der Pest- und Cholera-Ansteckung bezieht sich auch die neulich wieder in den Zeitungen zur Sprache gebrachte alte und veraltete Idee von kleinen unsichtbaren Insekten, welche diese Ansteckung durch ihren Reiz, Gift u. s. w. hervorbringen, und durch ihre Vermehrung und Wanderung fortpflanzen sollen. Bei verschiedenen Völkern sind ähnliche Sagen uralt und ein-

einheimisch, wie die Geschichte vom giftigen Blicke mancher Menschen, vom Drachen und von dem sonst so ernsten, jetzt so lächerlichen Hexen, Zaubern und Aussaugen der Seele. Linné, der gelehrte Reformator der Naturgeschichte, nahm, wahrscheinlich nur, um die Aufmerksamkeit darauf zu lenken, diese fabelhaften Thierchen, welche die Pestblattern am bothnischen Meerbusen verursachen sollten, zuerst in die Naturgeschichte auf, gab ihnen die wurmförmige Gestalt und gelbliche Farbe der nordischen Sage, und nannte sie mit dem naturhistorischen Namen, offenbar halb ernsthaft, halb scherzhaft, die höllische Furie (*Furia infernalis*). Schon vorher aber hatte man, zur Zeit der Pest von Marseille 1721, die Pestansteckung kleinen, Infusorien ähnlichen, bald geflügelten, bald milbenartig kriechenden, jedoch unsichtbaren Thieren zugeschrieben, und in jener Zeit erschienen viele, jetzt jeden Gebildeten nur zum Lachen reizende Schriften in französischer Sprache, deren eine 1726 gedruckte anonyme, um die Sache auf die Spitze zu führen, sogar alle Krankheiten von dergleichen Thierchen herleitet, und diese mit den Namen: *Vers assoupissans, cours de venstristes, barbouquifians, clouifians, erectifs, fistulaires lacrymaux, fleuristes blancs!* bezeichnet. Die Sage von der Linné'schen wurmähnlichen Furie ist noch jetzt in Finnland, wo die blaue Brandblatter häufiger vorkommt, unterm Volke, und in Sibirien traf ich, als ich im Jahre 1829 an Hrn. Baron von Humboldt's Reise daselbst Theil nahm, eine ähnliche Volkssage, welche die dort herrschende sibirische Pestbeule veranlassen sollte, bei der man aber fliegende gröfsere Insekten als Veranlassung angab, ohne sie jedoch genau bezeichnen zu können und ohne sie je gefangen zu haben. In einem Zeitungsaufsatze vom Ural war auch neulich wieder von solchen, *direct* die sibirische Pestbeule bedingenden fliegenden Insecten die Rede, von denen ich, obwohl wir zur Pestzeit durch viele von der Pest befallene Orte zu

reisen hatten, und obwohl ich keine Gelegenheit versäumte, dergleichen Ursachen der Krankheit kennen zu lernen, nie eine sichere Spur erhalten habe.«

»Eine ganz ähnliche Volkssage lag im Jahre 1823 einer Anfrage des Pascha's von Aegypten an mich und Dr. Hemprich zum Grunde, ob es wahr sey, dafs es in Dongala fliegende Scorpione gebe, welche tödtliche Schmerzen hervorbrächten, denn die Truppen weigerten sich, dorthin zu marschieren, indem schon die ungeflügelten genug Furcht einflöfsten und Gefahr brächten. Da ich als Naturforscher in mehr als neun Monaten in Dongala nichts bemerkt hatte, was jene Sage veranlafst haben konnte, aufser die sehr lästigen kleinen Mücken, die weder Scorpione noch giftig waren, so fand man darin Grund zur Beruhigung.«

»Wie zu erwarten stand, ist dieselbe Idee von unsichtbaren giftigen Insecten auch auf die Ansteckung der Cholera schon übertragen worden, doch ist es nicht glaublich, dafs Hr. Hofrath Hahnemann den als kräftiges krampfstillendes Mittel bekannten und vielfach gerühmten Kampher deshalb empfehlen sollte, weil dieser die Insecten tödte, folglich auch die Cholera bezwingen müfste, wie, gewifs durch ein Mifsverständnifs, aus der Leipziger Zeitung in die Vossische Berliner Zeitung im vergangenen Juni übergegangen war. Ich habe seit vielen Jahren aus Beobachtung der kleinsten in der Natur vorkommenden organischen Körper ein besonderes ernstes Studium gemacht, und mir die besten Instrumente dazu angeschafft und benutzt; aber weder irgend Jemand hat vor mir, noch ich selbst habe je in der Luft befindliche kleine Körper wirklich beobachtet, welche jener Sage irgend ein Anhalten geben könnten. Vor medicinisch auf diesen Grund gebauten Behandlungsweisen der Cholera mufs ich daher Jeden warnen, weil, ungeachtet der sorgfältigsten Untersuchung, noch nie ein Naturforscher diese Thiere bemerkt hat. Ich selbst habe in Aegypten und Sibirien zur Pest-

zeit unter dem Mikroskop, womit ich unzählige Beobachtungen gemacht habe, nie dergleichen Thierchen gesehen, und habe namentlich auf ansteckende Hautausschläge vor meiner afrikanischen Reise auch im Berliner Charité-Krankenhause grofse Aufmerksamkeit mit dem Mikroskop verwendet, ohne je dergleichen zu sehen. Dagegen habe ich durch angestrengte mikroskopische Untersuchungen die einflufsreiche Entdeckung gemacht, dafs Infusionsthierchen von $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{2000}$ Linien Gröfse noch eine den gröfseren Thieren ganz ähnliche Organisation besitzen, und habe bei ihnen Fortpflanzung durch Eier und innere Organe nachweisen können, die weniger als $\frac{1}{36000}$ einer Linie oder $\frac{1}{432000}$ eines Zolles im Durchmesser haben. Diese kleinsten Wasserthierchen leben aber so zahlreich beisammen, dafs, wo sie begünstigt sind, ein Wassertropfen viele Millionen enthält, und man nicht daneben wegsehen kann.«

»Wie klein und einzeln müfsten also die Pest- oder Cholera-Thierchen, oder Cours de ventristen seyn, wenn sie bei so scharfen Instrumenten und Beobachtungen nicht zu entdecken wären? Diese Meinung gehört bis jetzt unter die Volkssagen und Hypothesen, mit Drachen und Kobold in eine Rubrik, und ist wenigstens durch keine Erfahrung eines glaubwürdigen Naturforschers bestätigt.«

»Zwei hierüber in der Academie der Wissenschaften zu Berlin gehaltene Vorlesungen sind unter dem Titel: »Organisation, Systematik und geographische Verbreitung der Infusionsthierchen, 1830,« im Buchhandel.«

Wir hoffen künftig noch etwas Ausführlicheres über diese nicht blofs in zoologischer Rücksicht wichtigen Entdeckungen mittheilen zu können, und bemerken nur noch, dafs, nach den Beobachtungen desselben Naturforschers, die sogenannte *Priestley'sche Materie*, da wo sie nicht entweder durch wirkliche Thiere sehr verschiedener Form oder durch Algen gebildet wird, und besonders wo sie häutig erscheint, das Resultat der Verwesung ist, und le-

diglich aus Cadavern von Infusorien besteht. Sie ist also nicht der Anfang neuer Bildungen, sondern das Ueberbleibsel untergegangener organischer Generationen.

XII. *Ueber die Verbindungen des Cyanquecksilbers mit den Bromiden der Alkalien; von Hrn. Cailliot.*

(Auszug aus dem *Journ. de Pharm.* 1831, *p.* 351.)

Cyanquecksilber-Bromkalium. Mischt man die Lösung beider Substanzen zusammen, so erhält man einen krystallinischen Niederschlag, der nach Absonderung, Wiederauflösung in Wasser und Krystallisirung die neue Verbindung im Zustande der Reinheit darstellt. Sie krystallisirt in großen dünnen Flitterchen von Perlenmutterglanz, ist löslich in Wasser und Alkohol, und mehr im warmen wie im kalten. Sie enthält 8,74 Procent Krystallwasser, und schmeckt wie alle Quecksilberpräparate.

Mit den Salzen der Pflanzenalkalien giebt sie Niederschläge, bestehend aus bromwasserstoffsauren Pflanzenbasen und Cyanquecksilber.

Durch verdünnte Salpetersäure wird sie in salpetersaures Kali und Quecksilberbromid verwandelt, wobei sich Cyanwasserstoffsäure entwickelt, doch bleibt immer etwas Cyanquecksilber unzersetzt.

Durch's Glühen wird sie zersetzt. Es entwickeln sich mehrere Gase, worunter man das Cyan leicht unterscheidet, und es bleiben Kohle, Brom- und Cyankalium zurück.

600 Theile vollkommen getrockneten Salzes gaben, mittelst Schwefelwasserstoff, 378 Schwefelquecksilber, und die darüberstehende Flüssigkeit, durch Abdampfen, 188 Bromkalium. Das Salz würde demnach bestehen aus:

Cyanquecksilber	68,49
Bromkalium	31,51

entsprechend der (Berzelius'schen) *) Formel:

$$2 Hg C^2 N^2 + K Br^2,$$

wozu für den krystallisirten Zustand noch 4 At. Wasser hinzukommen.

Cyanquecksilber-Bromnatrium erhält man auf ähnliche Weise wie das vorhergehende Salz. Es krystallisirt in langen, blättrigen, silberweifsen Nadeln, die an feuchter Luft unveränderlich sind, an trockner aber, nach einigen Tagen, zum Theil den Glanz und das Krystallwasser verlieren. Es ist sehr löslich in Wasser und Alkohol, und wird von den Säuren und von den Salzen der Pflanzenbasen zersetzt. Die Zusammensetzung dieses Salzes ist:

Cyanquecksilber	66,52	2 At.
Bromnatrium	26,45	1 At.
Wasser	7,03	3 At.

gemäfs der Formel: $2 Hg C^2 N^2 + Na Br^2 + 3 O H^2$.

Cyanquecksilber-Brombaryt erhält man, wenn man die Bestandtheile in dem Verhältnifs 319,14 : 183,51 mit einander mischt, als dünne, quadratische, sehr glänzende Blättchen, die in Wasser und Alkohol löslich sind, 11,80 Procent Krystallwasser enthalten, und von Salzen der Pflanzenbasen gefällt werden.

500 Th. des wasserfeien Salzes gaben, mit Schwefelwasserstoff behandelt, 290 Schwefelquecksilber, und darauf, mit schwefelsaurem Natron gefällt, 143 schwefelsauren Baryt. Es besteht also im wasserhaltigen Zustande aus:

Cyanquecksilber	55,98	2 At.
Brombarium	31,19	1 At.
Wasser	11,83	6 At.

gemäfs der Formel: $2 Hg C^2 N^2 + Ba Br^2 + 6 O H^2$.

*) Das von Caillot angewandte Atomengewicht des Cyanquecksilbers ist doppelt so grofs als das von Berzelius, das hier angenommen wurde. P.

Cyanquecksilber - Bromstrontium. Krystallisirt in rhomboïdalen Blättchen, ist löslich in Wasser und Alkohol, efflorescirt an der Luft, ohne die Krystallform zu verlieren, und giebt nahe bei der Temperatur seiner Zersetzung alles Krystallwasser ab. Es besteht aus:

Cyanquecksilber	59,20	2 At.
Bromstrontium	28,29	1 At.
Wasser	12,51	6 At.

gemäfs der Formel: $2HgN^2C^2 + SrBr^2 + 6OH^2$.

Auch mit Bromcalcium, Brommagnium und bromwasserstoffsaurem Ammoniak, Chinin und Cinchonin bildet das Cyanquecksilber Doppelsalze, von denen Hr. C. indefs nur das letztere näher untersucht hat.

Die Verbindung mit bromwasserstoffsaurem Cinchonin ist unkrystallisirbar, unveränderlich an der Luft, und wenig löslich in Wasser und Alkohol. Sein Geschmack erinnert an den der Quecksilbersalze und des Cinchonins. Etwas oberhalb der Siedhitze schmilzt es zu einer gelblichen, wie Firnifs aussehenden Masse; verstärkt man aber die Temperatur noch etwas mehr, so schwillt es auf und zersetzt sich unter reichlicher Entwicklung von empyreumatischen Dämpfen.

500 Grm. dieser Verbindung, mit Schwefelwasserstoff und Ammoniak behandelt, gaben 190 Schwefelquecksilber =206,68 Cyanquecksilber, und 130 Cinchonin; und aus der übrigen Flüssigkeit wurden, nach der Behandlung mit Kali und Alkohol, durch Fällung mit salpetersaurem Silberoxyd, erhalten 123 Bromsilber =54,63 Bromwasserstoffsäure. Hienach sieht Hr. C. das Salz als bestehend an aus:

Cyanquecksilber	39,58	2 At.
Bromwasserstoffsaurem Cinchonin ($C^{39}H^{39}N^4O^3 + H^2Br^2$)	60,42	1 At.

XIII. *Wirkung des Speichels auf Stärke;* *von E. F. Leuchs.*

Tiedemann und Gmelin fanden in dem Mageninhalt einer mit Stärkmehl zu Tode gefütterten Gans aufser Stärkmehl auch Zucker. Da der Speichel dem Magensaft sehr ähnlich ist, so veranlafste diefs mich zu einem Versuche. Wurde zu gekochter Stärke Speichel gesetzt und die Mischung einige Zeit erwärmt, so wurde sie bald dünnflüssig und merklich süfs. Auf ungekochte Stärke schien der Speichel nur in dem Maafse zu wirken, als sie beim Erwärmen sich mit Wasser (zu Amidin) verband, und diefs erklärt wohl auch, warum alle mehligen Nahrungsmittel durch Kochen oder Backen leichter verdaulich werden.

Eiweifs, Leim und der aus einem hart gekochten Ei mit Wasser ausgezogene Theil (Speichelstoff) verändern Stärke nicht; auch wird durch Speichel arabisches Gummi nicht süfs, und Milchzucker erleidet ebenfalls keine Veränderung.

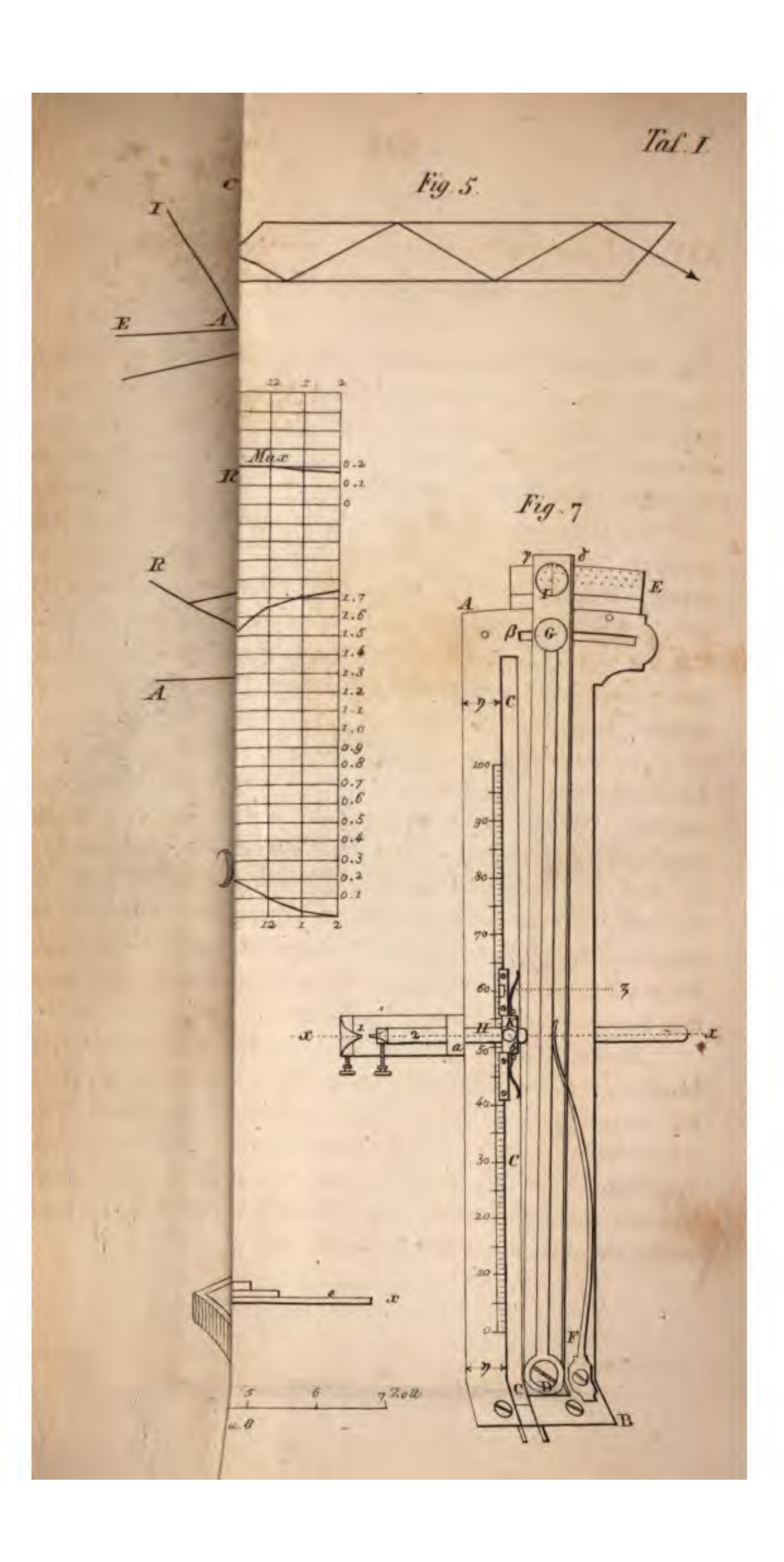
Die Indianer in einigen Theilen Südamerika's pflegen den Mais, aus denen sie eine Art Bier (*chicha*) bereiten, vorher zu kauen, wodurch er besser werden soll, was sich aus Obigem leicht erklärt. Im alten Griechenland kauten oft die Ammen die Nahrung für die Kinder, um sie verdaulicher zu machen; man wird den Speichel und Magensaft getödteter Thiere bei leidender Verdauung mit grofsem Erfolg anwenden können.

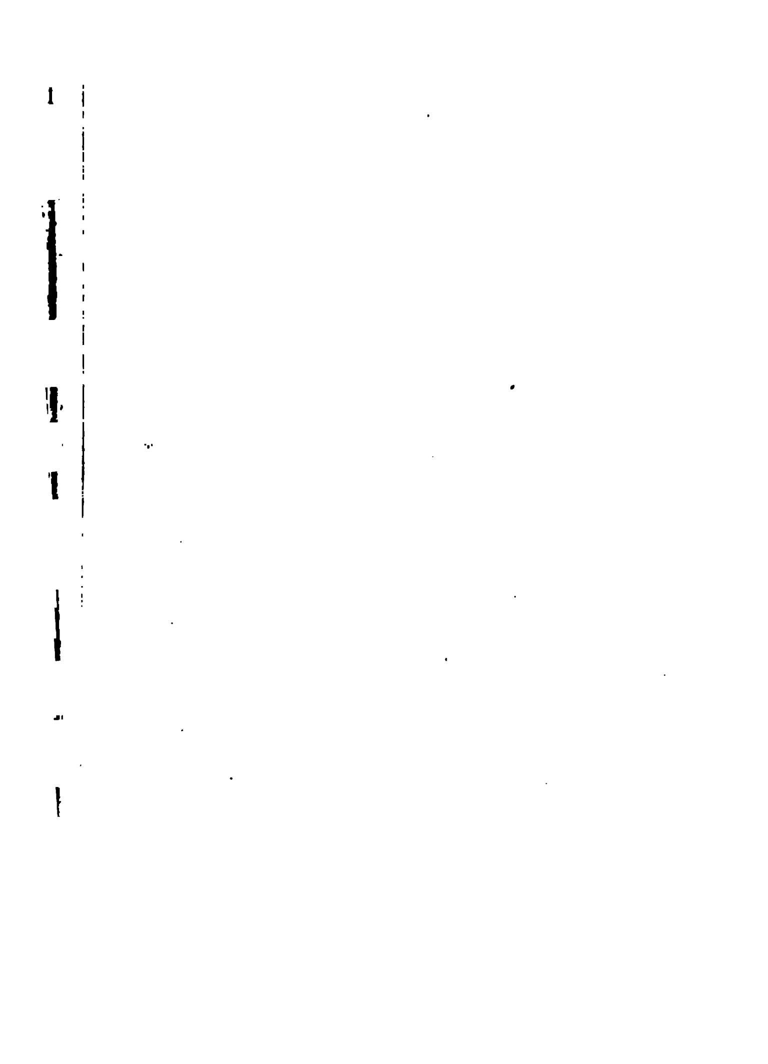
XIV. *Ueber die Reaction des Menschenbluts gegen Lackmus.*

Es ist gewifs Manchem sehr auffallend gewesen, dafs Hr. Hermann, bei Gelegenheit seiner, schon in Rücksicht der damit verbundenen Gefahr, so höchst achtungswerthen Untersuchung über die Secretionen der Cholera-Kranken, allen früheren Erfahrungen zuwider angiebt, dafs der Blutkuchen wie das Serum gegen Lackmus sauer reagire. Auch hier hat diese Angabe überall Zweifel erregt, indefs enthielten wir uns jeder Bemerkung, da gerade keine Gelegenheit zur Wiederholung der Versuche da war. Seit der Zeit hat ein glaubwürdiger Chemiker hieselbst die Versuche mit dem Blute von drei gesunden Individuen wiederholt, aber dabei die alte Erfahrung vollkommen bestätigt gefunden, dafs sowohl der Blutkuchen als das Serum alkalisch gegen das Lackmus reagirt. Wiewohl diese Versuche einige Vorsichtsmafsregeln erfordern (von denen vielleicht in Zukunft mehr), so sind sie doch so einfach, als dafs man Hrn. Hermann's Angabe geradezu einem Beobachtungsfehler zuschreiben könnte, und es scheint demnach wahrscheinlicher, sie auf Rechnung einer besonderen Beschaffenheit des von ihm untersuchten Blutes zu schieben.

Beiläufig bemerkt, hat sich in der genannten Abhandlung, S. 166, in der Anmerkung ein Rechnungsfehler eingeschlichen. Nicht 33,7, sondern nur 24,3 Gewichtstheile fester Bestandtheile braucht das Serum zu verlieren, wenn es, unter Voraussetzung, dafs keine Contraction oder Dilatation stattfindet, von 1027 spec. Gewicht auf das von 1036 gelangen soll. *P.*

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin.


Taf. I.
Fig. 5.
Fig. 7



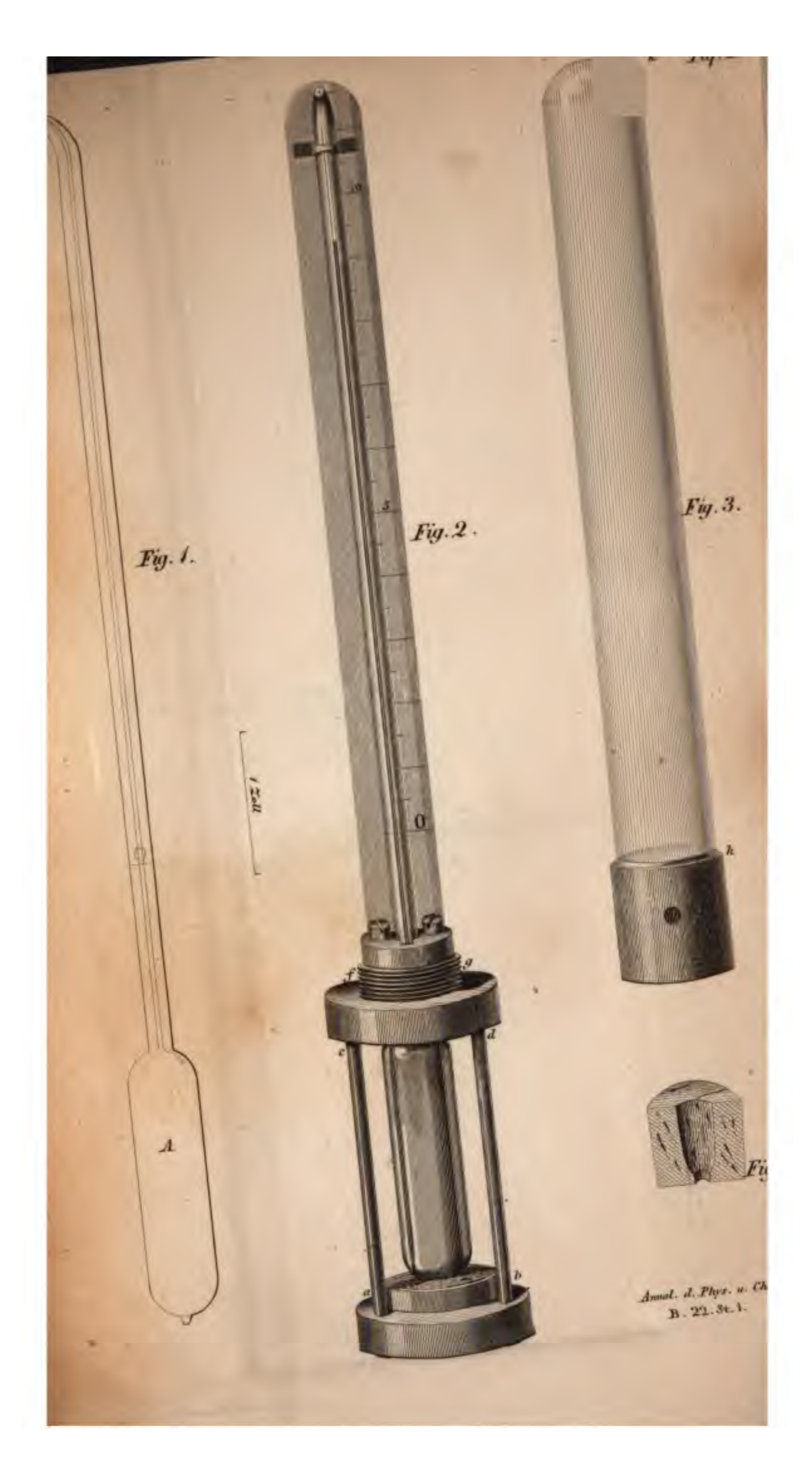
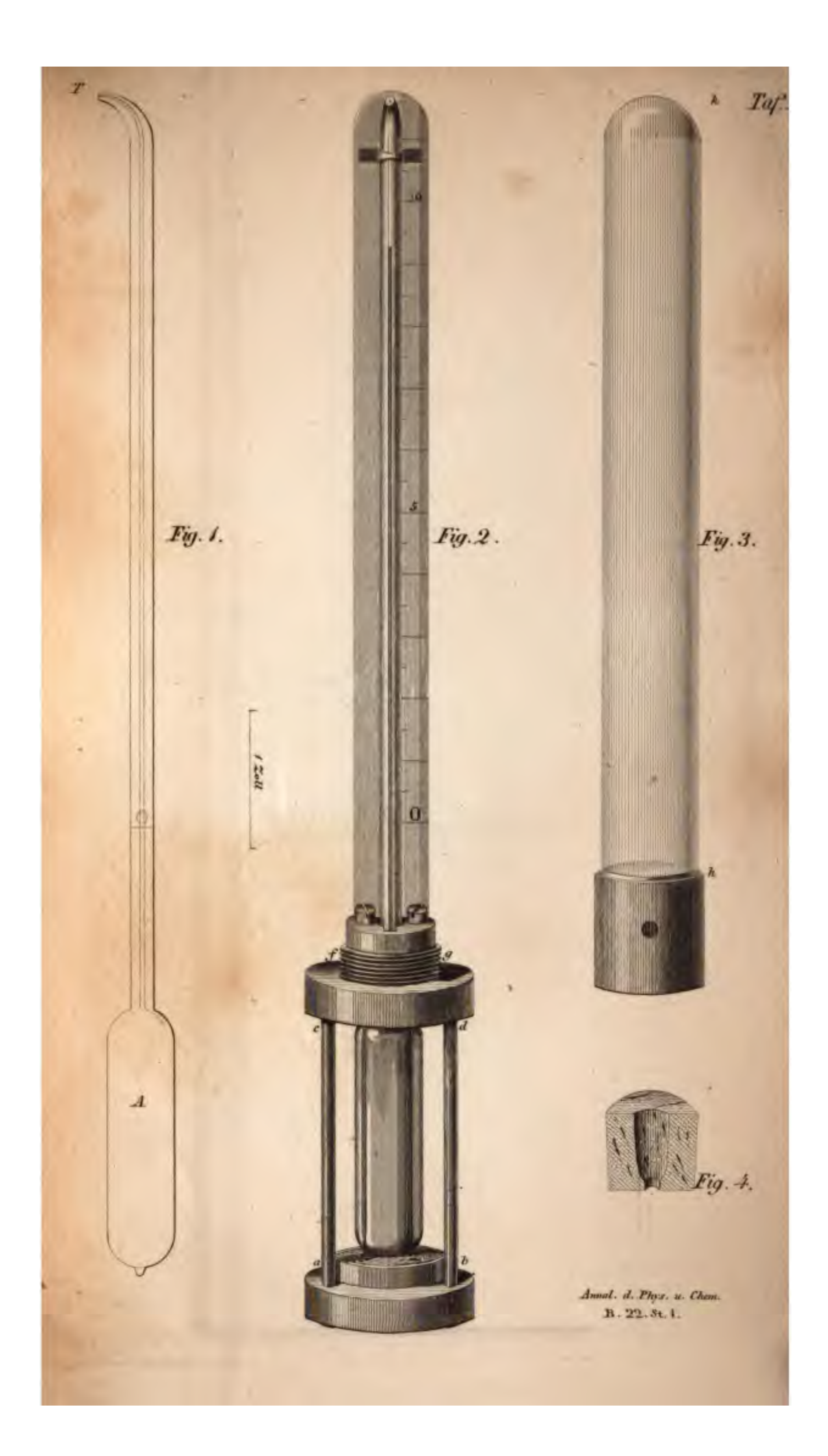
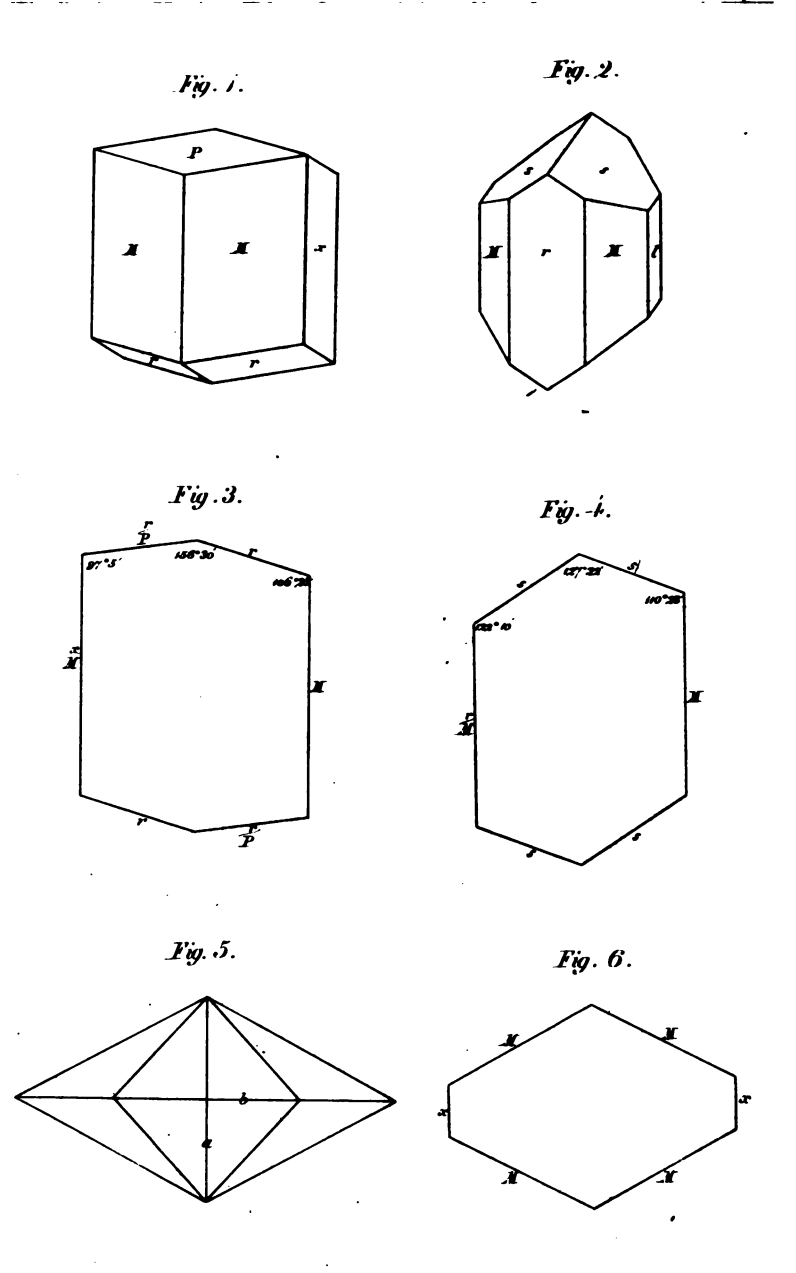
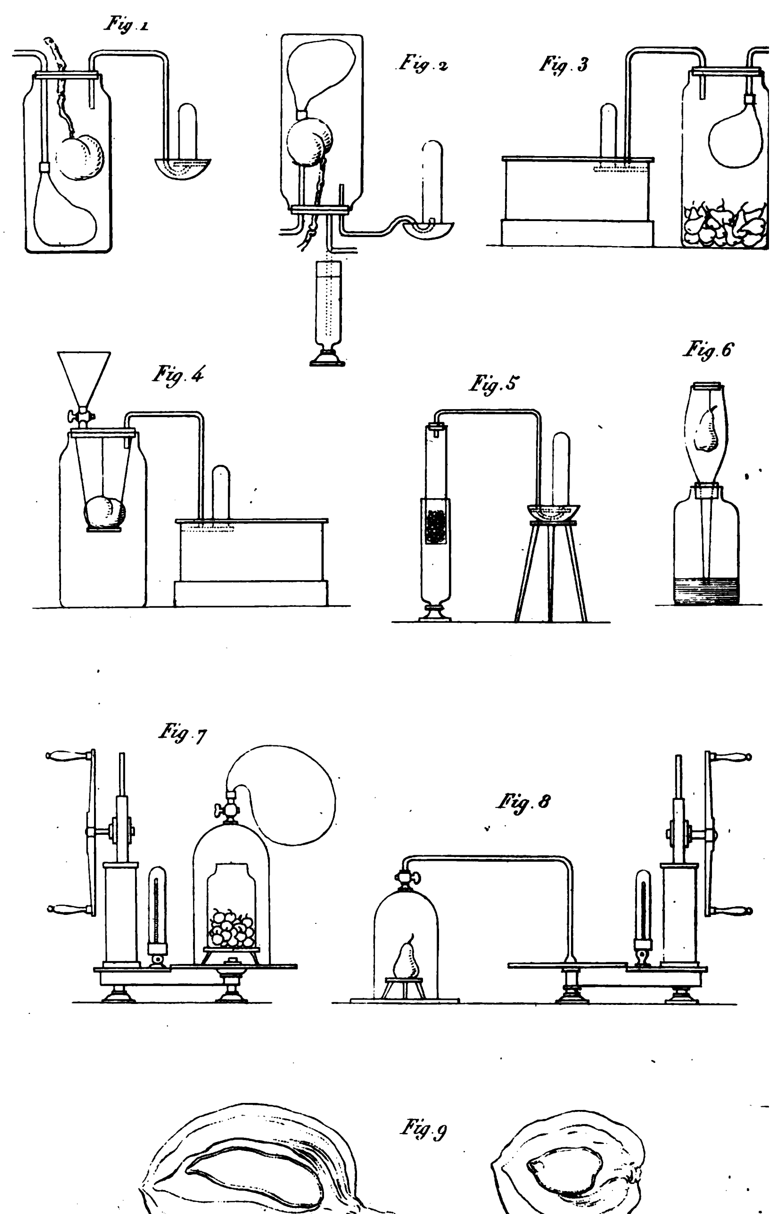


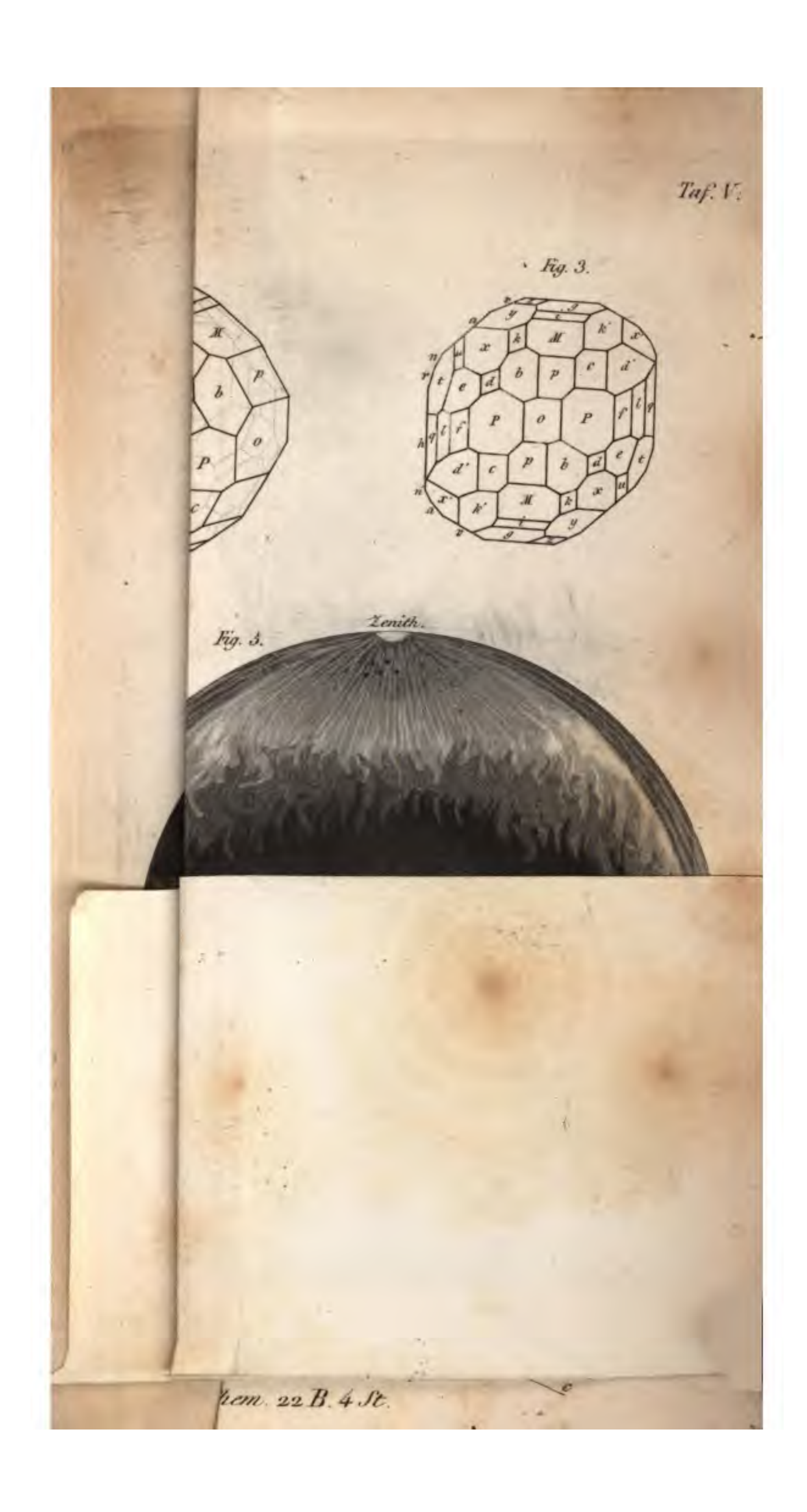
Fig. 1.
A
1 Zoll
Fig. 2.
10
5
0
a
b
c
d
f
g
Fig. 3.
h
Annal. d. Phys. u. Ch
B. 22. St. 1.


Taf.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
A
1 Zoll
5
0
f
g
c
d
a
b
h
Annal. d. Phys. u. Chem.
B. 22. St. 1.


Fig. 1.
P
M
M
x
r
r
Fig. 2.
s
s
M
r
M
t
Fig. 3.
r
P
156°30'
r
97°5'
106°25'
x
M
M
r
r
P
Fig. 4.
127°22'
s
s
110°28'
122°10'
M
r
M
s
s
Fig. 5.
b
a
Fig. 6.
M
M
x
x
M
M


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 9




Taf. V.
Fig. 3.
Fig. 3.
Zenith.
hem. 22 B. 4 St.



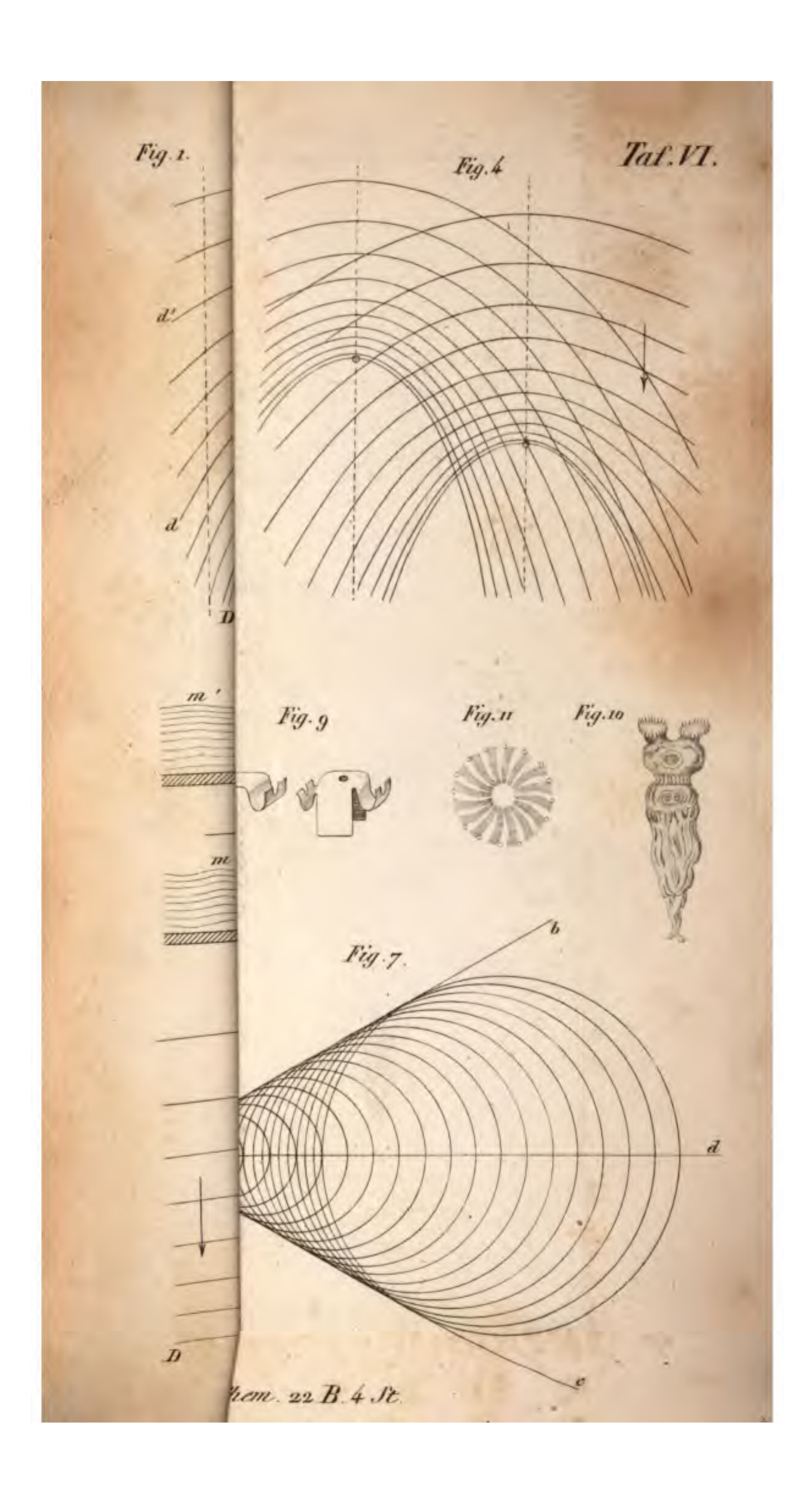


Fig. 1.
Taf. VI.
Fig. 4
d'
d
D
m'
m
Fig. 9
Fig. 11
Fig. 10
Fig. 7.
b
d
c
D
hem. 22 B. 4 St.







